



Mario Bunge

Filosofía de la tecnología y otros ensayos

Obras escogidas

Mario Bunge

Filosofía de la tecnología y otros ensayos



Universidad
Inca Garcilaso de la Vega

Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas
FONDO EDITORIAL





Mario Bunge

Mario Bunge (Buenos Aires en 1919). Físico, filósofo de las ciencias naturales y sociales. Desde 1966 es profesor de Filosofía y luego Frothingham professor de Lógica y Metafísica en McGill University, de Montreal, decana de las universidades canadienses.

En 1982 fue galardonado con el Premio Príncipe de Asturias de Humanidades.

Ha propuesto un sistema filosófico, stricto sensu ampliamente reconocido en el mundo académico. Su obra frontal es *Treatise on Basic Philosophy*, que está compuesta por ocho tomos. Sus contribuciones en filosofía y estrategias de investigación son influyentes en la comunidad científica y filosófica. Su sistema filosófico comprende aportes en ontología, gnoseología, semántica, lógica y ética. Sus obras más recientes son *Crisis y reconstrucción de la filosofía* (2002), *Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento* (2003), *A la caza de la realidad* (2006), *Filosofía y sociedad* (2008), dos volúmenes de su obra *Tratado de filosofía*, *Semántica I*, y *Sentido y referencia* (2008), *Tratado de filosofía. Semántica II, interpretación y verdad* (2009), *Filosofía política* (2009); *Las pseudociencias ¿vaya timoj* (2010). El Fondo Editorial de la UIGV ha publicado: *Vigencia de la filosofía* (1998 y 2009), *Una filosofía realista para el nuevo milenio* (segunda edición aumentada y corregida, 2007) y *Estrategias de la investigación científica* (2009).

Mario Bunge

Filosofía de la tecnología y otros ensayos

Mario Bunge

Filosofía de la tecnología y otros ensayos



— Universidad —
Inca Garcilaso de la Vega
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas
FONDO EDITORIAL

FICHA TÉCNICA

Título:	Filosofía de la tecnología y otros ensayos
Autor:	Mario Bunge
Serie:	Obras escogidas / Filosofía
Código:	FILO-014-2012
Edición:	Fondo Editorial de la UIGV
Formato:	140 mm. x 220 mm. 356 pp.
Impresión:	Offset y encuadernación en rústica
Soporte:	Cubierta: folcote calibre 12 Interiores: bond marfileño de 85 g. Sobrecubierta: couche de 150 g.
Publicado:	Lima, Perú. Julio de 2012
Número de edición:	Primera
Tiraje:	1000 ejemplares

Universidad Inca Garcilaso de la Vega
Rector: Luis Cervantes Liñán
Vicerrector: Jorge Lazo Manrique
Jefe del Fondo Editorial: Lucas Lavado



© Universidad Inca Garcilaso de la Vega
Av. Arequipa 1841 - Lince
Teléf.: 471-1919
Página Web: www.uigv.edu.pe

Fondo Editorial
© Editor: Lucas Lavado
Correo electrónico: llavado.m@hotmail.com
Jr. Luis N. Sáenz 557 - Jesús María
Teléf.: 461-2745 Anexo: 3712
Correo electrónico: fondo_editorial@uigv.edu.pe

Coordinación Académica: Carmen Zevallos Choy
Diseño y diagramación: Luis Renteros Luján
Corrección de estilo: Nerit Olaya Guerrero
Imagen de portada: Mecanismo de un reloj de la Selva Negra de finales del siglo XIX. Dispone de fusee en el tren de engranajes de la sonería.



*Mario Bunge
[Lima, Marzo del 2009, cuando dictó el
Curso Internacional de Filosofía Política]*

Índice

Presentacion del Fondo Editorial	15
---	-----------

El impacto social de la innovación técnica	21
Introducción	21
1. Técnica tradicional y técnica científica	23
2. Algunas innovaciones que cambiaron el estilo de vida	25
3. ¿Qué haríamos sin técnica?	26
4. Impacto de las técnicas de comunicación	27
5. El progreso técnico es ambivalente	30
6. ¿A quién beneficia la innovación técnica?	32
7. Tecnofobia en el Tercer Mundo	35
8. Cómo fomentar o retardar el avance técnico	37
9. Técnica y Democracia	40
Conclusión	44
Referencias bibliográficas	46

Tecnología, Ciencia y Filosofía.....	47
1. El Filósofo ante la Tecnología	47
2. Técnica, Tecnología y Ciencia	50
3. Saber y hacer.....	55
4. Verdad y eficacia	59
5. Ley y regla	62

6. Investigación científica, investigación tecnológica e invención	66
7. Observaciones finales	73
Referencias bibliográficas	76
Status epistemológico de la administración	79
1. El problema	79
2. Ciencia y técnica	81
3. Objeto, medios y meta de la administratecnia....	83
Conclusiones	85
Referencias bibliográficas	86
El sistema Técnica-Ciencia-Filosofía.....	87
Referencias bibliográficas	103
Por una Tecnoética.....	105
1. Las responsabilidades del Tecnólogo	106
2. El Técnico desagarrado por intereses conflictivos	109
3. No toda tecnología es buena.....	111
4. La Tecnología como fuente de inspiración para la Ética	114
5. Ethica more technico	116
6. Hacia una axiología de medios, fines y efectos laterales	118
Resumen y conclusiones	121
La opinión pública y el desarrollo científico y técnico en una sociedad democrática	125
1. La tradición hispánica en ciencia y técnica	125
2. Causas del atraso científico-técnico	128
3. Un modelo a evitar	130
4. Cómo responder al desafío de 1992	133
5. Institutos extrauniversitarios de investigación	135
6. Reforma de la enseñanza para el siglo XXI	138
7. Promoción de la docencia	139

8. Reforma de la orientación de la enseñanza	141
9. Reforma de los métodos de enseñanza	143
10. Llegar al público	145
11. Llegar al poder político	151
Conclusión	154
No hay desarrollo sin ciencia	157
1. La investigación básica es el motor de la cultura intelectual y la madre de la técnica	157
2. Los siete enemigos de la investigación básica	160
3. Qué hacer para promover la investigación básica	162
Política y moral.....	165
1. El fin no justifica los medios	166
2. Hacia una moral para evitar el ocaso nuclear	169
Conclusión	173
El estilo de Russell.....	175
Reducción e integración, sistemas y niveles, monismo y dualismo	185
Introducción	185
1. La parte y el todo	187
2. Resultantes y emergentes	189
3. Niveles y jerarquías	191
4. Reduccionismos: referente a las cosas y a nuestro conocimiento de ellas	194
5. Reducción gnoseológica	197
6. Reduccionismo	200
7. Integración	201
8. El caso de la mente	204
9. El caso de la psicología	207
Conclusión	211
Acápites de las figuras	214
Albert Einstein, el célebre desconocido	215

Los filósofos deben contribuir a continuar la obra de Jean Piaget	225
--	------------

Religión y ciencia según Juan Pablo II	231
---	------------

Veinticinco siglos de teoría cuántica: de Pitágoras a nosotros

y del Subjetivismo al Realismo	237
Introducción: antigüedad de la cuantificación	238
Cuantificación de la frecuencia:	
de Pitágoras a D'Alembert y Fourier	238
Cuantificación de la carga eléctrica:	
de Faraday a Millikan	240
Cuantificación de la energía:	
Planck, Einstein y Bohr	240
Variables clásicas y operadores cuánticos, valores precisos y distribuciones aleatorias	241
Clasones y cuantones:	
semejanzas y diferencias	242
La interpretación ortodoxa o de Copenhague	243
La controversia Bohr-Einstein:	
¿quién tuvo razón y en qué?	245
Causalidad y probabilidad, determinismo e indeterminismo	247
Plenismo y atomismo: ¿cuál de ellos triunfó?	248
El gato de Schrödinger	
¿sigue medio vivo y medio muerto?	248
¿Zenón redivivo?	250
Resurrección de las variables ocultas:	
Bohm y Bell	251
Muerte de las variables ocultas: Aspect et alii	252
Apariencia y realidad	254
Realismo cuántico	255
Conclusión: Interacción entre ciencia y filosofía	256

Racionalismo y empirismo, escepticismo y cientificismo:

¿alternativas o complementos?	259
Racionalismo	260

Empirismo	260
Escepticismo	261
Cientificismo	261
Referencias bibliográficas.....	262

**Gunnar Myrdal [1898-1987],
teórico y constructor del Estado Benefactor 263**

**Los múltiples determinantes
de la conducta y de la moral.....269**

**Respuesta de Mario Bunge:
Antes de decidir cómo armar nuestras
fuerzas armadas debieramos decidir
para qué las queremos 277**

Investigación y Simulación 281

La Filosofía tras la Seudociencia 285

1. Ciencia: la auténtica y la falsa	287
2. Dos casos: la auto-organización y el subconsciente	292
3. La filosofía: procientífica y anticientífica	295
4. Los casos del psicoanálisis y de la sicología computacional	300
5. Casos fronterizos: Proto- y Semi-	303
6. Pseudociencia y política	306
Conclusión	307
Referencias bibliográficas.....	310

**Correspondencia, Analogía,
Complementariedad,
Superposición y Realismo 313**

1. El principio de correspondencia	314
2. La interpretación por analogía	316
3. Complementariedad	319
4. Principio de superposición	321
5. Realismo	323
6. Conclusión	325
Referencias bibliográficas.....	326

La Lógica Inductiva es inútil.	
Respuesta a Alejandro Cassini	329
Referencias bibliográficas	333
Después que terminó la campaña de alfabetización	335
La Psicología: ¿Ciencia del siglo XXI?.....	337
Utopías literarias y utopías políticas.....	343
Índice onomástico	347

Presentación del Fondo Editorial

¿Cómo es que la realidad no existe y que todo lo que damos como existente no es sino apariencia? Este fue el primer problema con el que, a muy temprana edad, a los dieciséis años, tuvo que vérselas Mario Bunge (Buenos Aires, 1919), luego de estudiar a Arthur S. Eddington y de sus lecturas de James Jeans, para quien la materia no existía y el universo no era sino una conexión de formas matemáticas. Su interés por estas cuestiones y su deseo de resolver esta inconsistencia lo llevaron a estudiar física (se matriculó en 1938). Sus estudios de física acicatearon su interés por la filosofía, y comienza a estudiarla por su cuenta. Se choca, entonces, con el intuicionismo y la filosofía predominante aún a Bergson, Croce y Gentile, reñida con la razón y la realidad. Así da con su búsqueda de los clásicos griegos, principalmente Aristóteles, y más tarde la filosofía moderna, Kant y los materialistas del siglo XVIII, Marx y Engels, hasta Russell, Freud y Einstein, sus héroes intelectuales. Este fecundo ir y venir de la física a la filosofía permite sostener que la filosofía y las ciencias se necesitan, aunque sus relaciones hayan sido históricamente asimétricas y conflictivas. Esta búsqueda de toda una vida da sentido a su sistema filosófico, plasmado en los ocho tomos de su *Treatise on Basic Philosophy*, y su fructífera labor

de difusión en ensayos, artículos y libros. Su racionalidad y realismo están mejor graficados en su libro *A la caza de la realidad* (Gedisa, 2007), traducida al año de su edición, en University of Toronto Press Incorporated.

Su interés filosófico estuvo fuertemente unido a su compromiso social. Con colegas de su generación fundó e hizo funcionar desde 1938 hasta 1943 la Universidad Obrera Argentina, y en 1944 lanzó la revista de filosofía *Minerva*, para criticar el irracionalismo importado principalmente de la filosofía alemana de su tiempo así como la fenomenología y el existencialismo. Estudió bajo la orientación del prominente físico austriaco Guido Beck, a quien conoció en 1943, cuando llegó a Argentina huyendo de la guerra. Luego obtuvo su doctorado en ciencias físico-matemáticas, en la universidad de la Plata, en 1952. En 1956 fue nombrado catedrático de física teórica en la Universidad de Buenos Aires. En 1957 ganó el concurso de Filosofía de la Ciencia en esta misma universidad.

Su enfoque filosófico-científico le permite hacer filosofía sin dejar de hacer investigación en ciencias naturales y sociales. Ningún trabajo suyo es un trabajo aislado y este hecho da cuenta de su coherencia y lucidez intelectual. En 1958 tradujo y publicó el *Sentido de la nueva lógica*, de Willard van Orman Quine, y en 1964 un libro de homenaje a Karl Popper, de quien se distancia por sus diferencias respecto a la teoría de los tres mundos y la tesis interaccionista que sostienen el filósofo vienés y su colaborador John Eccles, cuyas tesis aparecen más tarde en el voluminoso trabajo *El yo y su cerebro*. A esta etapa de explosión creativa pertenece uno de sus trabajos mayores destinado a la aclaración de ciencia y tecnología, *La investigación científica, sus estrategias y su filosofía* (Siglo XX, 2000, editado por primera vez en castellano en 1969), producto de sus cursos inicialmente en Buenos Aires, luego en Pennsylvania, Montevideo, Texas, Temple, Delaware, México, Ginebra, ETH de Zurich y muchos congresos, y cotejada con la información científica actualizada, tal como hace Bunge con todo su trabajo, en permanente proceso de

actualización para enriquecerlo. Este enjundioso volumen es, a partir de la tercera edición de *Scientific Research* (Berlin-Heidelberg-Nueva York- Springer, 1967, 1973), reeditado bajo el título de *Philosophy of Science* (New Brunswick, NJ: Transaction Publishers, 1998).

Otro de sus trabajos importantes iniciados 1956 es *Causality: The place of the of the Causal Principle in Modern Science*, editado en 1959 por la prestigiosa editorial Harvard University Press, que ha merecido traducciones rusa (1962), polaca (1968), húngara (1967) italiana (1970), japonesa (1972) y castellana con el título de *Causalidad: el principio de la causalidad en la ciencia moderna* (Sudamericana, 1997). Por la importancia de este aporte recibió en 1966 una invitación de Jean Piaget para ir a Ginebra. Aquí surgió uno de sus trabajos importantes sobre semántica y ontología (ya había publicado su *Antología semántica*, en 1960). En el viaje en tren de Alemania a Ginebra se le “enciende la lamparita”, como el mismo dice, y elabora un plan titulado “Semántica y ontología de la ciencia”. En 1966 es nombrado profesor de la Universidad McGill, de Canadá. Sobre esta base desarrolla su ópera magna *Treatise on Basic philosophy*. Esta obra, inicialmente pensada para una década pero que finalmente le consume tres lustros, está contenida en 8 volúmenes, los primeros cuatro han sido traducidos al castellano (Gedisa, 2008-2012). Es destacable el haberse planteado un proyecto de investigación filosófica para un tiempo tan largo y culminarlo sin perder de vista que estaba dando cuerpo a un sistema. Un trabajo de largo aliento deliberadamente diseñado no es moneda corriente entre los filósofos del siglo XX.

Sus investigaciones están ligadas a los cursos que ha impartido, a sus ponencias cotejadas en seminarios y congresos internacionales, en diálogo con la comunidad filosófica y científica activa, con quienes polemiza y ante quienes defiende sus tesis con elocuencia. (Es de los que piensan que no sólo hay que saber ganarse a los amigos sino también a los enemigos.) Tres grandes hitos han marcado su formación: la propuesta heliocéntrica y la condena de

Galileo Galilei por la Inquisición, las polémicas en torno a la teoría cuántica a partir de 1920, en las que disiente de quienes plantean que no es posible la existencia de objetos independientes del observador, y, finalmente, su crítica a las tesis de Thomas Kuhn y Paul Feyerabend sobre la posibilidad de hacer ciencia descontando los criterios de objetividad y verdad, racionalidad y realismo. El cuerpo de su sistema filosófico está integrado por cuatro componentes: teoría del significado y la verdad, teoría del conocimiento, teoría general sobre el mundo y teoría de los valores y la acción justa.

Su actividad es intensa e interdisciplinaria. *Filosofía de la tecnología y otros ensayos* es muestra de ello. Nuestro autor es pionero en la filosofía de la tecnología, a la que no ha perdido de vista desde los inicios de su trabajo bajo el adecuado epígrafe de Ciencia de las Ciencias y las Tecnologías. En primer lugar le correspondió elucidar los conceptos de ciencia y tecnología, luego los conceptos de técnica, tecnología, objeto artificial y diseño. Su idea de tecnología consiste en la modificación, el control y la regulación de hechos y procesos naturales, sociales y sicionaturales, así como el diseño de artefactos. Su definición de tecnología la representa en la siguiente endecatupla:

$T = \langle C, S, D, G, F, E, P, A, O, M, V \rangle$,

Donde,

C, la comunidad profesional de T.

S, la sociedad anfitriona de T.

D, el dominio de T consiste en entes reales naturales o artificiales.

G, la concepción general o fondo filosófico de T.

F, el fondo formal de T que es una colección de teorías lógicas y matemáticas al día.

E, el fondo específico de T que es una colección de datos, teorías e hipótesis al día y confirmados.

P, la problemática de T que son problemas cognitivos y prácticos que conciernen a D.

A, el fondo de conocimientos de T, teorías, hipótesis y datos al día y contrastables.

O, los objetivos de la comunidad profesional C de invención adaptación y evaluación de artefactos.

M, la metódica de T, son procedimientos científicos y técnicos escrutables.

V, los valores de T, colección de juicios de valor acerca de cosas o procesos naturales y artificiales.

La tecnología contemporánea tiene necesariamente base científica. Así se evidencia en los artículos y ponencias que el profesor Bunge nos ha confiado editar y que nosotros titulamos *Filosofía de la tecnología y otros ensayos*. Su definición y elucidación del concepto de tecnología, desenreda y dilucida verdades consagradas, aclara ambigüedades, orienta la investigación en este campo, genera debates y avanza en la búsqueda de nuevos problemas. Deja en claro que quien hace investigación técnica utiliza un puñado de verdades científicas para diseñar planes y artefactos, y que los productos tecnológicos son de muchos tipos como los puentes, las computadoras y los ejércitos, hospitales y colegios; los últimos tres son materia de la sociotecnología, cuya importancia actual es crucial si se quiere diseñar universidades, centros de salud, partidos políticos y planes nacionales de desarrollo. Estos temas aborda de manera magistral en *Seudociencia e ideología*, *Mente y sociedad*, *Ciencia, técnica y desarrollo*, *Buscar la filosofía en las ciencias sociales* y *Las ciencias sociales en discusión, una perspectiva filosófica* y por supuesto en su reciente *Filosofía política*. Condena sin tregua la pseudociencia y la pseudotecnología en *Las pseudociencias ivaya timo!* Los políticos y administradores, profesores y periodistas harían bien en prestarles atención y sacarles el máximo provecho.

Su originalidad, su autoridad intelectual y su brillantez académica son reconocidas por tirios y troyanos. Se han

hechos varias publicaciones de homenaje, como el volumen publicado por el Grupo Aletheia (*Congreso-Homenaxe Internacional a Mario Bunge*), que lo pinta íntegramente así: “Bunge é a ocorrencia sempre viva, a finura penetrante da argumentación, a firmeza de posicións, un home que leva na cabeza case toda a ciencia e a filosofía xuntas, coidadosamente organizadas, sen claros oscuros” (Vigo, 2005). Nosotros desde el Fondo Editorial agradecemos el privilegio de contar con su presencia en tres cursos internacionales, cuyas lecciones hemos escuchado y editado en sendos libros. Agradecemos su generosidad, su bonhomía y su implacable rigor intelectual.

Lucas Lavado

Fondo Editorial, Lima, julio de 2012

EL IMPACTO SOCIAL DE LA INNOVACIÓN TÉCNICA*

Introducción

Todos sabemos que algunas innovaciones técnicas tienen un fuerte impacto social. Basta pensar en los cambios causados en la manera de vivir por el transporte automotor y la corriente eléctrica. San Auto y Santa Tele tienen hoy más devotos que San Antonio. También sabemos que mientras algunas innovaciones son beneficiosas, como las vacunas, otras son maléficas, como la bomba nuclear. Pero no todos estamos de acuerdo en lo que respecta a las fuentes de la innovación técnica, ni a su valor, ni a la mejor manera de controlarla en bien de todos.

Cuando no hay acuerdo sobre un asunto es preciso estudiarlo y debatirlo. Y cuando el asunto es complejo y de gran trascendencia social es menester estudiarlo de la mejor manera posible, o sea, científicamente, ya que en materia social no hay nada más peligroso que la improvisación y el curanderismo. En nuestro caso es aconsejable recurrir a cuatro disciplinas: historia, sociología, politología y filosofía de la técnica. (Véase la Fig. 1.)

* Texto inédito. Foundations and Philosophy of Science Unit, McGill University, Montreal.

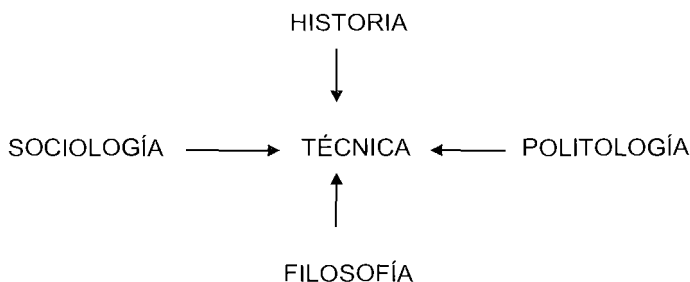


Figura 1. Las cuatro principales disciplinas que estudian la técnica.

La historia de la técnica suministra casos y tendencias que sirven de materia prima para el estudio y análisis. En particular, sugiere y pone a prueba hipótesis generales sobre las relaciones entre técnica, ciencia, industria, Estado y público. La sociología de la técnica estudia el impacto de la técnica sobre la sociedad, así como las condiciones sociales que facilitan o entorpecen el desarrollo técnico. La politología de la técnica analiza las relaciones, buenas o malas, de la comunidad técnica con el poder político y, en particular, cómo éste apoya o entorpece la innovación técnica y cómo administra las relaciones entre la técnica y el resto de la sociedad.

Finalmente, la filosofía de la técnica analiza los conceptos mismos de ciencia, técnica, innovación, producción y sociedad, así como los conceptos de bien y mal. Además, el filósofo no resiste la tentación de formular hipótesis generales acerca del puesto de la técnica en el sistema de los conocimientos, e incluso acerca de sus funciones sociales actuales y posibles. Dado que el filósofo puede guiar o extraviar, conviene escucharle así como desconfiar de él tanto como del comerciante ansioso por vendernos un artefacto o del político empeñado en que apoyemos su programa. *Caveat emptor*.

1. Técnica tradicional y técnica científica

Hay técnicas tradicionales tales como la culinaria, la carpintería artesanal y el arte de matar a mano. Y hay técnicas científicas, tales como la ingeniería en telecomunicaciones, la informática y la investigación operativa. Las técnicas científicas, nacidas después de la Revolución Científica del siglo XVII, se fundan sobre las ciencias. Es verdad que también las técnicas actúan sobre las ciencias al suministrarles artefactos. Pero el hecho es que, a partir de comienzos del siglo XIX, el flujo principal ha ido de la ciencia a la técnica, y de ésta a la industria y al Estado, que a su vez han actuado sobre el público. (Véase la Figura 2.)

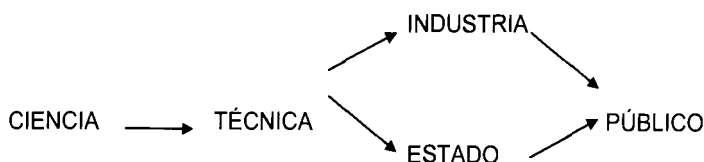


Figura 2. La ciencia básica, fuente de la técnica contemporánea, que a su vez alimenta a la industria y al Estado, los que actúan sobre el público. Los reflujos existen pero en la sociedad moderna son mucho más débiles que los flujos.

El esquema precedente contradice el difundido dogma según el cual la praxis siempre precede a la ciencia. El dogma en cuestión vale para parte de la ciencia y la técnica antiguas pero no para las modernas a partir del siglo XIX. En efecto, la electrotecnia se inspiró en las investigaciones desinteresadas sobre el electromagnetismo; la electrónica, en las investigaciones sobre rayos catódicos; la ingeniería nuclear, en la física nuclear; los ordenadores se diseñan utilizando la física del estado sólido, que se basa sobre la mecánica cuántica; la química industrial utiliza la química básica, que a su vez usa la física atómica; la agronomía hace uso de la botánica y de la genética; la farmacología utiliza

tanta bioquímica como fisiología; la biotecnología aplica biología molecular, hija de la genética; la psicotecnología y la psiquiatría serías se fundan sobre la psicología experimental y la neurociencia; y todas las sociotécnicas hacen uso, bueno o malo, de la matemática y de las ciencias (mejor dicho, semiciencias) sociales. En resumen, en la sociedad moderna casi siempre la ciencia básica precede a la técnica, la que a su vez precede a la producción.

No podría ser de otro modo, porque todo diseño técnico moderno utiliza conocimientos científicos, y antes de poder aplicar un conocimiento es preciso haberlo producido o tomado prestado. (Baste pensar en el cúmulo de fórmulas teóricas y datos experimentales contenidos en cualquier manual del ingeniero.) En suma, el técnico moderno no puede empezar su trabajo antes que el científico haya terminado el suyo. Por este motivo el estudiante de cualquier técnica empieza por cursar asignaturas de ciencia básica, y el técnico creador está alerta a la novedad científica. Por el mismo motivo no puede haber independencia económica sin una ciencia original capaz de alimentar una técnica propia.

Es verdad que no hay técnica avanzada a menos que la sociedad, o parte de ella, la requiera. No hay técnica moderna donde no hay industria moderna ni Estado moderno. Pero la sociedad no genera técnicas: éstas son producidas por técnicos provistos de cerebros creadores capaces de adquirir y utilizar conocimientos básicos. La investigación científica y el diseño técnico son por cierto empresas colectivas. En efecto, cada investigador y cada diseñador aprende de los demás y todos trabajamos montados sobre las espaldas de nuestros predecesores. Pero las ideas originales, sean científicas o técnicas, nacen en cerebros individuales, no de la sociedad, puesto que ésta carece de cerebro. En suma, aunque el desarrollo técnico es estimulado o inhibido por la sociedad, ésta no rezuma técnicas.

2. Algunas innovaciones que cambiaron el estilo de vida

Una innovación técnica puede actuar sobre la sociedad directa o indirectamente. La técnica social actúa directamente; por ejemplo, al cambiar la legislación o al diseñar o rediseñar organizaciones sociales, tales como empresas y dependencias estatales. En cambio, el impacto social de la técnica industrial es indirecto, pues se realiza a través del consumo masivo de mercancías y servicios, que crea hábitos y problemas que eventualmente provocan la necesidad de nuevas leyes u ordenanzas.

La intensidad y el signo del impacto social de una innovación técnica dependen de varios factores: la originalidad y utilidad de la innovación; el precio y la promoción del producto; la capacidad adquisitiva y el nivel educacional de la población; y el que el nuevo artefacto o la nueva organización sea amigable tanto para con el usuario (user-friendly) como para con el ambiente. Los ejemplos siguientes aclararán lo que se acaba de decir.

El estribo y el acero cambiaron la técnica bélica: el primero dio predominio a la caballería, y el segundo desplazó las armas de bronce. Los dos contribuyeron a la victoria de las hordas bárbaras sobre las falanges romanas y, de este modo, a la caída del Imperio Romano. El arado, la collera del caballo de tiro, el yugo para uncir bueyes, y el molino de molienda de granos revolucionaron la agricultura medieval y fueron una fuente de prosperidad de los países situados al norte de los Alpes. La imprenta popularizó la cultura y contribuyó de este modo al nacimiento de la democracia. La máquina a vapor hizo posible la primera Revolución Industrial, con todas sus maravillas y todos sus horrores.

Todas esas innovaciones técnicas cambiaron el modo de vida. En particular, favorecieron la urbanización, el aumento de población, la acumulación de capital, el comercio internacional, y la colonización y esquilma del Tercer Mundo. Obsérvese que ninguna de ellas requirió conocimientos científicos. Antes bien, contribuyeron a la

emergencia de la economía capitalista, que a su vez estimuló la investigación científica y la cultura en general.

Una vez nacida como fruto de investigaciones desinteresadas, y al amparo de la industria y de gobiernos ilustrados, la ciencia moderna hizo posible la invención de técnicas antes inimaginables. No las había imaginado ni siquiera Leonardo da Vinci, porque consisten en domar entes invisibles, tales como campos electromagnéticos, electrones, núcleos atómicos, y genes, primero postulados y después descubiertos por científicos básicos. Estas técnicas científicas alimentaron a la industria, el comercio y el Estado, los que a su vez introdujeron cambios revolucionarios en la vida diaria, tanto de los pueblos industrializados como de los subdesarrollados. (Véanse p. ej. las historias de Burke, 1978 y Williams, 1982; así como las revistas *Technology and Culture* y *Technology in Society*.)

3. ¿Qué haríamos sin técnica?

Para poder dar su justo valor a la técnica moderna imaginemos por un momento un hogar sin luz eléctrica, teléfono, televisor, nevera, aspiradora, ni lavarropas, tal como la casa en que yo pasé mi primera infancia. Imaginemos un laboratorio, taller o fábrica sin motores eléctricos. Imaginemos una oficina sin medios modernos de comunicación ni ordenadores. Imaginemos una explotación agropecuaria sin maquinarias ni taller para repararlas. Imaginemos un supermercado sin refrigeración ni artículos de plástico. Imaginemos una ciudad sin autos, autobuses, ni metros, Imaginemos un país sin usinas eléctricas ni telecomunicaciones, sin camiones, tractores ni bulldozers. Imaginemos un Estado totalmente desprovisto de medios técnicos modernos. Semejante mundo imaginario no es otra cosa que la Europa y la Norteamérica de hace un siglo. Incluso el Cuarto Mundo dispone hoy de algunos de los recursos mencionados, si bien en su mayoría sólo están al alcance de las clases dominantes.

En lugar de evocar un pasado pretécnico bastante reciente imaginemos ahora un futurible o *scenario*. Supongamos que una banda terrorista inspirada en los manifiestos antitécnicos del existencialista Martin Heidegger o del teólogo Jacques Ellul da un golpe de Estado y ejecuta a todos los técnicos y científicos de una nación industrializada o a medio industrializar, ¿Cuánto tiempo podrán seguir funcionando el suministro de energía eléctrica y de agua corriente, las fábricas, las explotaciones agrícolas avanzadas, los comercios, los transportes, las comunicaciones, los hospitales, las escuelas, las oficinas públicas y los hogares, todos los cuales dependen de millones de máquinas y motores cuyo mantenimiento y reparación exigen conocimientos especializados? ¿Cuánta gente moriría de frío, hambre o enfermedad al cabo de pocas semanas, y qué porcentaje sobreviviría al cabo de un año? ¿Cuánto demoraría esa sociedad en pasar de la civilización a un estado aun peor que la barbarie, ya que sus miembros no están preparados para vivir sin artefactos?

Aterra pensar adónde puede llegar el oscurantismo tecnofóbico. Aterra tanto o más que la tecnofilia acrítica con la que nos hemos encaminado alegremente al borde del abismo, ya que la técnica, bien utilizada, ayuda a resolver problemas, en tanto que la ignorancia técnica sólo los empeora.

4. Impacto de las técnicas de comunicación

De todas las técnicas científicas, las de la comunicación son quizá las que más han afectado la convivencia, porque alteran profundamente al manejo de la lengua. Todos concuerdan en que la comunicación, sea oral o escrita, cara a cara o a través de un canal, es el principal vehículo de las relaciones sociales, sin las cuales no somos propiamente humanos. Tan es así, que la incomunicación es una de las peores torturas.

Mediante la palabra expresamos y modificamos conocimientos y emociones, y formulamos preguntas e instrucciones. El intercambio de señales intensifica tanto la rivalidad como la cooperación. En particular, puede intensificar la solidaridad o cohesividad del grupo social, al producir la sensación de “identificación con el grupo” o pertenencia al mismo (Véase Collins, 1981). Además, la comunicación hace posible la organización del trabajo y, en particular, la división del mismo. También hace posible la democracia, que requiere el diálogo constante para formular y negociar diferencias de intereses y opiniones: no hay democracia sin diálogo. (Véase Ackerman, 1980.)

De esto no se sigue que el vínculo social sea lingüístico ni que el hecho social sea un discurso o texto y, por consiguiente, que la investigación sociológica se reduzca a la lectura e interpretación de textos. Las expresiones lingüísticas, así como los gestos y ademanes, son expresiones o vehículos de estados mentales. Son el continente, no el contenido, de las relaciones sociales. La tesis de que todo lo social es “discurso” o “texto”, y, por tanto, objeto de la semiótica o de la hermenéutica, no es sino una variante delirante del idealismo filosófico. Éste obstaculiza la comprensión científica del mundo social y pretende reemplazar al reformador social por el escritor. (Para una crítica del textualismo véase Ferrater Mora, 1990.)

Los nuevos medios de comunicación, en particular la televisión y el correo electrónico, no sólo permiten transmitir y solicitar informaciones e instrucciones a distancia. También permiten manipular a distancia actitudes y emociones. En particular, la radio y la televisión se usan para fabricar simpatías y antipatías comerciales, políticas y religiosas, y para refinar o embotar la sensibilidad. El negociante, el político y el predicador que pueden comprar espacios televisivos venden mercancías, o compran votos o conciencias de millones y sin moverse de sus despachos.

Desde luego, esos mismos medios masivos de difusión también se usan ocasionalmente para difundir noticias verídicas, despertar la curiosidad científica o la inquietud

política, suscitar emociones nobles, o promover causas justas. Que también hay de esto lo prueban el Masterpiece Theatre de la BBC, el MacNeil-Lehrer Report del PBS, los programas de divulgación científica “Nova”, y “National Geographic Magazine”, unos pocos noticiosos, y la fenecida audición literaria “Apostrophe”, dirigida por Bernard Pivot.

Desgraciadamente, sólo una pequeña parte del público aprovecha los programas televisivos de calidad. En la mayoría de los casos los nuevos medios de comunicación no sirven para llevar la cultura superior (artística, científica o técnica) a las masas, sino para propagar una pseudocultura producida en escala industrial con propósitos exclusivamente comerciales y políticos.

El poder político de los nuevos medios de comunicación no es menor. La televisión hace y deshace presidencias y dictaduras. El pilla tiene asegurado su éxito electoral si tiene buena imagen en la pantalla, mientras que el político honesto tiene la contienda perdida si no la tiene. Un ejemplo sensacional del poder de la televisión fue su contribución a los movimientos de reforma social ocurridos en Europa Central y Oriental entre 1989 y 1990. En estos casos el televisor llevaba la conmoción social a la intimidad del hogar, de donde salía la gente a la calle para propagarla.

Pero no hay que exagerar: la televisión puede reforzar o debilitar movimientos sociales pero no puede desencadenarlos. Al fin de cuentas su precursor, el circo romano, fue inventado para distraer y apaciguar, no para soliviantar a las masas. ¿Qué hubiera sido de las reformas sociales de Reagan y Thatcher si los millones de nuevos pobres y desocupados no hubieran ahogado su amargura en la contemplación pasiva de la fascinante pantalla?

En suma, no hay duda de que los nuevos medios de elaboración y difusión de la información tienen un impacto social creciente. Pero no hay que exagerar y sostener que estamos viviendo en una sociedad “posindustrial” basada sobre la información, como lo vienen sosteniendo Daniel Bell y Alain Touraine. La información interviene en la producción y circulación de mercancías, así como en la

prestación de servicios, pero no es independiente de ellas sino que está incorporada a ellas. No comemos información ni la calzamos, no la bebemos ni nos calentamos ni lavamos con ella.

La economía siempre tendrá sus sectores extractivo, agropecuario e industrial, por más que éstos sean informatizados. (Más aun, el agro y la industria producen hoy más que nunca, en parte debido a su tecnificación y a la propaganda comercial.) Los motivos son obvios: si dejásemos de comer, dejaríamos de existir; y si dejásemos de producir y utilizar artefactos, dejaríamos de ser humanos. Lo que sí ocurre en las sociedades técnicamente más avanzadas es que la mayor parte de los trabajadores están empleados en el sector terciario, el que a su vez está siendo informatizado rápidamente.

En resumen, por más que avancemos nunca seremos posmineros, posagropecuarios, o posindustriales. En cambio existe el peligro de que nos volvamos posilustrados y retrocedamos a un modo de vida premoderno. (Recuérdese el párrafo 3.) Que esto no suceda depende de que el público no se deje seducir por el “posmodernismo”, que no es otra cosa que una reacción contra la razón, la ciencia y la técnica, combinada con la comercialización y degradación masivas de la cultura. (Véase Harvey, 1989.) Lo que corresponde no es declamar contra la técnica sino bogar por su control democrático para bien de todos, como argüiremos en la Sección 9.

5. El progreso técnico es ambivalente

A primera vista una innovación técnica puede ser intrínsecamente benéfica, como la máquina de coser, la calculadora de bolsillo y el cereal de alto rendimiento; maléfica, como el bombardero, el gas de nervios y la silla eléctrica; o ambivalente, como el auto, la televisión y la aviación.

Vista de cerca, esta valoración es simplista, porque ignora el contexto social. Por ejemplo, en las comunidades

rurales la innovación en las técnicas agrícolas y ganaderas aumenta la productividad pero tiende a ensanchar las brechas entre hombres y mujeres, y entre ricos y pobres. Lo primero, porque en esas sociedades la maquinaria sólo es confiada a hombres. (Véase Dash y Saran, 1990.) Lo segundo, porque quienes disponen de maquinarias, semillas seleccionadas, abonos, bombas de agua y canales de riego desplazan fácilmente a quienes no pueden adquirirlos. (Recuérdese el atraso social causado en la India por la Revolución Verde.)

En el centro de la ciudad el automóvil es más estorbo que comodidad: quien lo conduce causa y sufre congestiones de tránsito, contaminación ambiental y ruido. La televisión, a menos que sea firmemente controlada por padres educados, torna a los niños pasivos, y disminuye así su actividad física y su curiosidad intelectual. Además, al habituarlos a la contemplación de la violencia los vuelve tolerantes a ésta. El efecto de la televisión sobre los adultos no es menos nefasto: suele convertirlos en dóciles consumidores de basura comercial, política y cultural. Todo esto es archisabido pero conviene repetirlo mientras nada se haga por corregirlo.

En todo el mundo, la vacunación y las redes de obras sanitarias han contribuido más a la salud pública que todos los medicamentos juntos. Pero, como es sabido, este progreso ha conducido a la sobrepoblación, que causa la explotación excesiva del suelo, la desecación, la industrialización desenfadada y la desocupación. Naturalmente, no es que el mejoramiento de la salud sea intrínsecamente malo, sino que no debe buscarse separadamente del progreso en otros sectores.

(Es preciso estudiar la sociedad íntegra y reformarla de manera global, no parcial. La llamada ingeniería social por partes [piece meal social engineering], resultado de una visión sectorial de la sociedad, puede tener resultados tan desastrosos como las revoluciones improvisadas. Sólo la ingeniería social sistémica puede triunfar, y esto por la sencilla razón de que toda sociedad es un sistema, no un agregado de individuos inconexos.)

El ordenador es otro ejemplo de artefacto ambivalente. Sus virtudes son evidentes: permite hacer trabajos intelectuales (p.ej. cálculos complejos) antes imposibles; como parte de un robot, ahorra tareas manuales monótonas o peligrosas; como parte de un sistema experto, da acceso a la mejor pericia del momento; acoplado a un teléfono, permite la transmisión casi instantánea de información a casi cualquier parte del mundo; etc.

Pero al mismo tiempo el ordenador es una nueva fuente de trabajo monótono; disminuye el peso de la crítica, al limitarse a elaborar la información que se le proporciona; contribuye al uso y difusión de información de baja calidad; restringe la posibilidad de criticar y protestar; y permite eludir responsabilidades morales y cívicas, al permitirle decretar al burócrata que el ordenador *dixit*, y se acabó.

Toda innovación técnica es ambivalente por ser tan destructiva como creadora. En efecto, hace caer en desuso los artefactos que reemplaza y margina a quienes no pueden adaptarse a la novedad, al punto de eliminar profesiones íntegras. Semejante caída en desuso de cosas, procesos y habilidades involucra un derroche gigantesco y trágico de recursos naturales y humanos. Obviamente, este despilfarro no beneficia a todo el mundo. Pero éste es tema del próximo apartado.

6. ¿A quién beneficia la innovación técnica?

¿A quiénes beneficia la innovación técnica? Obviamente, a quienes puedan pagarla y a quienes puedan adaptarse a ella. En el mundo actual estas condiciones excluyen a la gran mayoría de la población.

Incluso en las sociedades altamente industrializadas, la innovación técnica pone en desventaja al pequeño empresario, quien no tiene suficiente capital para adquirir los nuevos medios de producción; al joven sin educación superior y al viejo sin capacidad para reciclarse; al técnico, obrero u ofici-

nista que ha invertido años en aprender la rutina que ahora cae en desuso; y sobre todo al habitante del Tercer Mundo, que contempla impotente cómo el progreso industrial de los países centrales se hace frecuentemente a costillas suyas. En suma, la innovación técnica puede conducir al aumento de las desigualdades entre individuos, organizaciones y naciones, poniendo así en jaque a la democracia.

Detengámonos un momento en los problemas que la innovación técnica plantea a la empresa. Ésta no puede expandirse ni competir ventajosamente sin renovarse. Pero tampoco puede favorecer la innovación revolucionaria, ya que ésta requiere una renovación a fondo de la maquinaria y un reentrenamiento del personal. Semejante renovación exige habitualmente que la empresa se endeude con bancos, deje de pagar dividendos durante un largo período, o lance a la bolsa nuevas acciones de valor incierto. Estos aspectos desfavorables explican por qué las grandes corporaciones capitalistas no han sido cuna de innovaciones radicales tales como la xerografía, la cámara polaroid y el ordenador personal. En general, la capacidad innovadora de una empresa es inversamente proporcional a su tamaño. (Véase Abernathy, 1978.)

Dado que la innovación técnica perjudica a mucha gente, no debiera sorprender que sea resistida por muchos. Marcel Mauss (1934), el discípulo predilecto del gran sociólogo Emile Durkheim, observó hace más de medio siglo que “las sociedades, incluso las más avanzadas, incluso la nuestra, son terriblemente rutinarias; las masas siempre, y las elites casi siempre, rehúsan someterse a toda innovación”. Según esto, excepto para unos pocos, “[e]s mejor lo malo conocido que lo bueno por conocer”.

Hoy, sin embargo, las cosas han cambiado, aunque no de raíz. Nuestras sociedades industriales son (a) abiertas a la innovación industrial (sed de nuevos gadgets), (b) semia-biertas a la innovación cultural, sobre todo si viene incorporada en una nueva mercancía industrial, y (c) cerradas a casi toda innovación social progresiva, a punto tal de quienes causaron el derrumbe del “socialismo” estatista intentan

resucitar el capitalismo de la época de la Reina Victoria, hace tiempo fenecido en los países capitalistas avanzados.

¿Cómo afecta la innovación técnica al movimiento obrero? De dos maneras. Por un lado, los trabajadores de empresas que usan técnicas avanzadas pero ya establecidas, tales como las fábricas de automotores, tienden a agruparse en “sindicatos de señoritos”, que mantienen relaciones privilegiadas con las corporaciones y son indiferentes cuando no hostiles a los obreros no calificados. Las grandes corporaciones suelen llevarse bien con estos sindicatos de aspiraciones casi exclusivamente económicas.

Pero, por otro lado, las empresas que hacen uso de nuevas técnicas de avanzada (high tech) prefieren emplear personal no agremiado. Esto es así no sólo porque los patrones odian las huelgas, sino por un motivo técnico y psicológico interesante: cuanto más compleja y costosa es una máquina o una herramienta, tanto más necesario se hace confiar en que quien la maneja lo hará con cuidado, evitando que se averíe y procurando producir productos de alta calidad; obviamente, esta confianza se adquiere estableciendo una relación privilegiada entre la dirección y el personal, sin mediación de terceros (una alternativa es, desde luego, la autogestión). El beneficio para el patrón es obvio. El beneficio del obrero consiste en un salario y condiciones de trabajo superiores a las del trabajador de una empresa que emplea técnicas menos avanzadas. Este es uno de los motivos por los cuales los sindicatos de los países industrializados sólo agrupan a una minoría de la clase trabajadora.

En resumen, el progreso técnico puede traer aparejado un retroceso social al aumentar las desigualdades sociales y minar el movimiento obrero. ¿Cómo impedir que esto ocurra? Hay dos maneras. Una es convenir en una moratoria de la innovación técnica. Esta solución, de corte luddita, equivale a igualar por debajo, lo que no es viable ni deseable, ya que aún hay mucho por perfeccionar y puesto que la meta no debiera ser eliminar lo bueno sino distribuirlo mejor.

La segunda solución es rediseñar la sociedad para adaptarla a la innovación y para adaptar la innovación a las necesidades auténticas y a los deseos legítimos de la gente. De esto nos ocuparemos en el parágrafo nueve. Pero antes debemos echar un vistazo a la técnica en los países subdesarrollados.

7. Tecnofobia en el Tercer Mundo

El nivel alcanzado por la técnica en una nación es un indicador objetivo de su grado de desarrollo. Un país que sólo produce una pequeña fracción de los productos manufacturados que consume, o que los produce todos con ayuda de técnicas importadas, es subdesarrollado aunque sus comercios ofrezcan de todo. No es que el desarrollo técnico sea el único componente del desarrollo nacional, pero sí es un componente necesario del mismo.

Ahora bien, a pesar de las consecuencias negativas del desarrollo industrial no se puede dar por descontado que éste sea deseable. Ninguna persona razonable puede tolerar la contaminación ambiental por desechos industriales y el agotamiento de recursos naturales, sin contar con el tedio del trabajo en cadena y los cinturones de “villas miseria” o “ciudades perdidas” que se forman en torno a las ciudades industriales del Tercer Mundo. Sin embargo, curiosamente, estas consecuencias negativas del desarrollo industrial sólo suelen ser apreciadas por un pequeño sector de la población: el sector educado que simpatiza con los movimientos ecologistas, pero no suele proponer medidas concretas para evitar las consecuencias negativas de la industrialización.

En el Tercer Mundo las corrientes anti-industrialistas, y por lo tanto tecnóforas y anticientíficas, tienen raíces diferentes. Una es la oligarquía terrateniente y ganadera, y otra es la intelectualidad de izquierda. La actitud de la primera se comprende, no sólo porque se inspira en una ideología medieval, sino también porque la burguesía industrial tiende a desplazarla económica y políticamente. El

choque de las dos clases es un *replay* del mismo conflicto que se resolvió en Europa hace uno o dos siglos, y que nunca existió en los EE.UU.

Lo que no se justifica es el anti-industrialismo de la izquierda tercermundista. Ya a principios del siglo XX el Partido Socialista Argentino, llevado por su hostilidad a la Unión Industrial Argentina, preconizaba el librecambio, que sólo podía perjudicar a la naciente industria nacional y favorecer a los industriales de Manchester. (El librecambio, como la libertad en general, sólo acarrea beneficios mutuos entre iguales.)

Hacia 1960 surgieron en otras partes de Latinoamérica los teóricos de la dependencia, que se opusieron a la política de industrialización preconizada por la CEPAL, creada y dirigida por el eminente economista Raúl Prebisch. (Véase Prebisch 1981.) Aquellos teóricos o, mejor dicho, ideólogos, sostenían que la industrialización aumenta la dependencia respecto de las potencias centrales. No ofrecían estadísticas en favor de esta tesis ideológica, ni habrían podido obtenerlas porque la tesis contradice la propia definición de “dependencia”. En efecto, una condición necesaria de dependencia es la carencia de producción propia y la consiguiente necesidad de importar productos y *know how* a los precios que fije el vendedor instalado en un país central.

Se dio así la paradoja de un contubernio tácito entre la oligarquía terrateniente y una fracción de la izquierda. Su contrapartida en economía política es lo que el economista Hirschman (1981) llamó la “alianza blasfema” de los teóricos de la dependencia con los economistas ortodoxos, en particular los monetaristas, contra los economistas del desarrollo, desde el jamaicano Sir Arthur Lewis hasta el argentino Raúl Prebisch. En esta, como en otras cuestiones, es preciso no dejarse engañar por las etiquetas políticas tradicionales. A veces, la disyuntiva inteligencia/ingenuidad es más pertinente que la carcomida dicotomía izquierda/derecha.

Todo esto no implica aceptar la llamada política “desarrollista”, que identifica el desarrollo nacional con la industrialización incontrolada, así como la equivalencia de lo nuevo con lo bueno. Es preciso comprender que el desarrollo auténtico y sostenido es integral, no sectorial: que abarca no sólo la industria sino también el agro; ni abarca sólo la economía sino también la cultura y la política (véase Bunge 1980, 1989). También es preciso reconocer que la industrialización y la innovación incontroladas pueden ser nocivas.

El problema es dar con estímulos justos, que no privilegien a un sector a expensas de otros, y con controles inteligentes, que no asfixien la inventiva y la iniciativa. Un problema conexo es el de evaluar las innovaciones propuestas antes de llevarlas a cabo, o sea, hacer *technology assessment*. Es preciso procurar anticipar si tal innovación radical o cual megaproyecto habrá de satisfacer necesidades básicas o aspiraciones legítimas, o no hará sino satisfacer caprichos de privilegiados y perjudicar a los más. (Para los conceptos de necesidad básica y aspiración legítima véase Bunge 1989.) Regresaremos a este tema en el párrafo 9.

8. Cómo fomentar o retardar el avance técnico

Supongamos admitida la necesidad de la técnica para mejorar las condiciones de vida de la población y para resolver problemas globales tales como el déficit de alimentos, el exceso de contaminación ambiental y el agotamiento del petróleo y otros recursos no renovables. ¿Qué puede hacerse en el Tercer Mundo para fomentar el desarrollo técnico? Lo más obvio parecería ser fomentar el desarrollo industrial y la racionalización de la empresa y del Estado, aprovechando la experiencia extranjera aunque sin copiarla servilmente.

Esto es más fácil decir que hacer, porque los técnicos y administradores científicos no se forman de la noche a la mañana. Los recursos humanos especializados de las empresas y del Estado se forman en las escuelas y universidades en el curso de tres a cuatro lustros. Esto supone la

existencia de personal docente competente, lo que a su vez supone la inversión de cuantiosos recursos. Sin maestros idóneos, motivados, dedicados y bien pagados no puede haber técnica nacional, ni menos aún técnica original y apropiada a las necesidades del país.

Pero la enseñanza, con ser necesaria, no basta. También hacen falta la investigación y el desarrollo, aunque sólo sea porque cada región tiene sus propias necesidades y sus propios recursos y, por lo tanto, sus propios problemas. Ahora bien, la investigación científica y tecnológica sólo pueden hacerse en las buenas universidades y en unas pocas grandes empresas. Las empresas pequeñas, al no poder sostener laboratorios científicos y talleres de desarrollo técnico, están condenadas a copiar o improvisar, a menos que tengan la extraordinaria fortuna de contar con un inventor talentoso capaz de diseñar un producto que, como el velero, no exija inversiones enormes.

Sin embargo, este problema tiene solución: la colaboración de la empresa con la universidad. La Fundación Universidad-Empresa, que funciona con éxito en Madrid desde 1975, es un ejemplo digno de ser imitado (Fundación Universidad-Empresa 1990). Esta fundación hace de intermediaria entre las empresas y los departamentos o institutos universitarios de investigación. Pone en contacto al empresario enfrentado a un problema técnico con la institución universitaria dispuesta a estudiarlo, y ayuda a formalizar el contrato correspondiente. De esta manera pone al alcance de la empresa el vasto cuerpo del conocimiento público, así como talentos y equipos técnicos, a cambio de lo cual provee a la universidad de una fuente de ingresos.

Un ejemplo muy diferente, pero no menos interesante, fue el Instituto de Cálculo que funcionó en la Facultad de Ciencias Exactas de Buenos Aires de 1958 hasta 1966, año en que lo clausuró la dictadura militar de turno. El Instituto hacía modelos y cálculos para empresas privadas y estatales, y de esta manera se autofinanciaba y entrenaba a asesores técnicos.

Hay, pues, maneras de fomentar el progreso técnico en un país subdesarrollado, pero todas ellas exigen el desarrollo concomitante de la comunidad científica. Desgraciadamente, en esos países es común que se confunda ciencia con técnica, o incluso se menosprecie la ciencia básica y se exija a los científicos que hagan de técnicos.

La confusión de marcos revela la ausencia de reflexión filosófica acerca de las diferencias entre ciencia y técnica. También hace manifiesta la ignorancia acerca de las diferencias psicológicas entre el buscador de la verdad y el inventor, entre el explorador y el diseñador. El menosprecio por la ciencia básica evidencia, ya filisteísmo y orgullo de ser ignorante, ya izquierdismo infantil. Y la exigencia de que el científico básico se transforme en técnico equivale a pedirle peras al olmo, ya que la capacidad para diseñar cualquier cosa que no sea experimentos requiere una formación, una actitud y un interés diferentes de la capacidad para averiguar cómo son las cosas (véase p. ej. Sábato, 1979, Bunge 1980, 1985).

En todo el Tercer Mundo, y especialmente en Latinoamérica, en los años sesenta y setenta tanto la extrema izquierda como la extrema derecha montaron una ofensiva contra la ciencia básica y la política cultural que llamaban despectivamente “cientificista”. Sostenían que la ciencia es un lujo que un país pobre no puede pagarse; que sólo hace de sirvienta de los centros científicos de los países centrales; y que en cambio descuida los problemas nacionales.

El Dr. Cerejido, distinguido fisiólogo argentino hoy radicado en México, vivió esa experiencia y nos cuenta lo que sucedió: “Comenzaron a proclamar que se destinarían fondos exclusivamente para lo que denominaban ‘La Ciencia Aplicada’. Si bien nadie logró explicar cómo habríamos de aplicar una ciencia que no teníamos, el infundio trajo como consecuencia que una buena parte de los mejores científicos desatendieran su trabajo serio y se disfrazaran de ‘aplicados’, y que se instituyeran proyectos a través de los cuales jamás se logró una aplicación sensata y económicamente justificable” (Cerejido, 1990 pp. 148-149.) Eso es

lo que se gana con adoptar falsas filosofías y sociologías de la ciencia: despilfarrar recursos humanos y dinero, perder oportunidades y perpetuar el subdesarrollo y la dependencia. (Véase Goldstein, 1989 para las oportunidades perdidas en el terreno de la biotecnología.)

En resolución, la ciencia y la técnica son distintas pero se fecundan recíprocamente; es posible y necesario hacer ciencia y técnica originales, aunque inicialmente modestas, en el Tercer Mundo; y es indispensable hacerlas si se quiere elevar el nivel cultural y el estándar de vida, así como transformar la dependencia en interdependencia.

9. Técnica y democracia

La técnica confiere poder económico y político, tanto mayor cuanto más avanzada. Ahora bien, el poder puede ejercerse para bien o para mal: puede usarse para trabajar o guerrear, oprimir o libertar, elevar o aplastar, esclarecer o embrutecer. Dadas la potencia y la ambivalencia de la combinación de la técnica con el poder político, cabe formularse la siguiente pregunta. ¿Es prudente y justo que, en una democracia, simulemos que la técnica es o debiera ser neutral, tanto como la ciencia básica, la música, la poesía lírica o el ajedrez?

De hecho la técnica no es socialmente neutral, puesto que tiene dueños e impactos sociales, ya positivos, ya negativos. La cuestión es encontrar la manera de maximizar sus efectos benéficos y minimizar sus efectos maléficos. En otras palabras, la cuestión es (a) limitar la libertad de innovación técnica para evitar, dentro de lo previsible, que tenga efectos sociales negativos y (b) reentrenar periódicamente la fuerza de trabajo y la población para que puedan sopesar y enfrentar las innovaciones industriales y sociales.

A primera vista toda medida de control de la innovación técnica atenta contra el progreso, ya que el inventor necesita tanta libertad de creación como el investigador científico. De hecho no hay tal cosa, porque la actividad del ingeniero, sea

industrial o social, está limitada por las metas que le señala su empleador y por los recursos que éste pone a su disposición. En efecto, al técnico no se le dice que investigue lo que le plazca, sino que se le ordena que diseñe o rediseñe tal o cual artefacto, organización o proceso con el que se espera hacer dinero o gobernar con mayor eficiencia. El técnico nunca manda como tal, sino que siempre está a disposición de su patrón. Por grande que sea su poder intelectual, carece de poder de decisión crucial. El técnico propone y su patrón dispone. Si no obedece es despedido. Por este motivo, es falso que el avance técnico sea incontenible.

Puesto que el técnico es un servidor, en una democracia auténtica debiera servir al bien público, o al menos no debiera servir intereses antisociales. O sea, el técnico debiera obedecer tanto al pueblo como a su empleador. ¿Cómo instituir este control democrático de la comunidad técnica? Se puede pensar en diversos mecanismos de control.

Un modo concebible de control sería instituir un juramento hipocrático generalizado a todos los técnicos, algo así como “[m]e comprometo a participar sólo en proyectos que no pongan en peligro el bienestar social, y alertaré al público contra todo proyecto que viole esta condición. Si así no lo hiciere, que el pueblo me lo demande”. Desgraciadamente, tal compromiso sería insuficiente, ya que los elevados principios morales no intervienen en el contrato de trabajo, el que, excepto en una cooperativa, es asimétrico.

Un segundo mecanismo posible sería el control por parte de las corporaciones profesionales. Pero tampoco esto funcionaría, y ello por un motivo similar. En todo caso, hasta ahora las corporaciones profesionales no han logrado evitar el despido de técnicos con conciencia social.

Un tercer mecanismo posible sería un código de conducta profesional incorporado a la legislación del trabajo y supervisado por el Estado, que estaría facultado para imponer sanciones tanto a los empresarios como a sus técnicos. Sin embargo, también este medio sería insuficiente, como lo es toda ley que no esté respaldada por las costumbres o por

movimientos sociales. Por ejemplo, en muchos países los fabricantes prefieren pagar por el derecho a contaminar, a modificar sus instalaciones de modo que éstas no produzcan tóxicos y basura o los reciclen *in situ*.

En suma, la ley no basta porque, como dice el refrán, hecha la ley, hecha la trampa. Pero la constatación de que la ley no basta no implica que ella sobra. La cuestión es crear mecanismos sociales extrajurídicos que fuercen la adopción y el cumplimiento de leyes y ordenanzas justas. Por ejemplo, un sindicato obrero puede forzar el cumplimiento de una ley del trabajo, o de una ordenanza de salubridad; una comisión vecinal de fomento puede bogar por el cumplimiento de una ordenanza municipal; y un partido político puede velar por el cumplimiento de un artículo constitucional.

Otra herramienta de socialización y control de la técnica es el cooperativismo. Las cooperativas lecheras argentinas y canadienses, de buen nivel técnico y gran éxito comercial, son modelos. Pero el mejor ejemplo hasta la fecha es el complejo industrial Mondragón, del País Vasco, por ser una cooperativa diversificada y autofinanciada, y por tener sus propias escuelas de capacitación técnica y administrativa.

Para ser eficaz, el control democrático del avance técnico tendría que involucrar no sólo a los técnicos, sus corporaciones profesionales y el Estado, sino también a las empresas (privadas o cooperativas), a los consumidores, y a todos aquellos a quienes podrían afectar las innovaciones técnicas. La participación ordenada de estos grupos diferentes, con intereses a menudo encontrados, iría construyendo gradualmente una sociedad tecnodemocrática o, si se prefiere, demotécnica.

El autogobierno sin técnica es incompetente, así como la técnica sin control público informado puede obrar contra el interés general. Hoy día la democracia plena se compone de autogobierno, igualdad y competencia técnica: en una palabra, es tecnodemocracia. Que ésta aún no exista no prueba que sea imposible, sino sólo que aún no ha sido

buscada con el esfuerzo necesario. (Para la problemática ciencia-técnica-democracia véase Agassi, 1985, Bunge, 1989, y Goldstein, 1989.)

En otras palabras, la técnica, que hasta ahora ha sido en gran medida propiedad privada, debiera convertirse en un bien público y someterse a controles democráticos a fin de que pueda ser disfrutada por el mayor número posible de personas y de evitar sus usos antisociales. Estos controles debieran operar a todos los niveles, así como en todos los grupos y sectores: lugar de trabajo, sindicato, patronato y corporación profesional; asociación vecinal de fomento, sociedad de defensa de los consumidores, y otras organizaciones voluntarias; escuelas y universidades; partidos políticos; gobiernos municipales, provinciales y nacionales; legislaturas y magistraturas; y organizaciones regionales e internacionales.

En todos los casos los controles debieran ser colegiados, no autoritarios. En particular, debieran contar con la participación de los técnicos, ya que sólo así éstos asumirían su responsabilidad social, cumplirían la función de informantes y consultores, y se sentirían respaldados cuando tuviesen que alertar contra proyectos antisociales.

En resolución, dado el enorme poder de la técnica para bien o para mal, y dado que este poder aumenta exponencialmente junto con el conocimiento científico, es irracional e inmoral seguir permitiendo que la técnica sólo favorezca a un pequeño sector de la humanidad y que siga dando medios para desheredar a nuestra posteridad o aun para aniquilar a toda la humanidad.

Al fin y al cabo, la técnica se nutre de la ciencia, bien común de la humanidad, y casi todos los técnicos adquieren su formación en escuelas públicas y, por lo tanto, a expensas del erario. Si todos pagamos por el avance técnico, todos tenemos derecho a participar en su orientación para el bien común. Y si todos pagamos por los malos usos de la técnica, todos tenemos el deber de impedirlos.

Conclusión

La palabra ‘técnica’ es polisémica, pues denota (a) la actividad consistente en diseñar cosas o procesos nuevos, (b) el cuerpo de conocimientos y prácticas que resulta de esa actividad, y (c) la comunidad de los técnicos. En cualquiera de estos casos, lejos de ser autónoma y neutral, la técnica depende de otros campos de la actividad humana y afecta a la vida diaria y a la evolución social.

En particular, la técnica depende de la ciencia y afecta a la industria, el comercio y el Estado, los que a su vez la guían o extravían. Esto no es todo: algunas técnicas, en particular la arquitectura, el diseño de enseres domésticos y la publicidad, dependen del arte, el que a su vez es influido por ellas. Además, las políticas de desarrollo (o subdesarrollo) técnico dependen de la filosofía, pues ésta puede promover o impedir la adquisición, difusión y utilización del conocimiento. Y todos estos factores dependen del público, en particular del consumidor y del ciudadano.

En resumen, la técnica no es autónoma sino que es uno de los componentes de un sistema muy complejo. Éste puede representarse como un hexágono centrado en la técnica y cuyos vértices son el público, el Estado, la industria y el comercio, la ciencia, el arte y la filosofía. (Véase la Figura 3.)

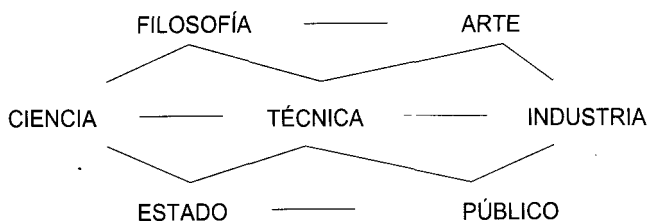


Figura 3. La técnica, lejos de ser autónoma, es un componente de un sistema muy complejo. Cualquier cambio importante de uno de los componentes de éste puede alterar a los demás.

Dado que la técnica es afectada por tantos campos de la actividad humana, y a su vez afecta a todos los aspectos de la vida moderna, es peligroso seguir permitiendo que sea monopolizada por grandes empresas y Estados, cuyos intereses no siempre coinciden con el bien público. Si queremos mejorar las condiciones de vida, ampliar la democracia, y sobre todo asegurar la supervivencia de la especie humana, tendremos que rediseñar y reformar nuestras sociedades de modo tal que la innovación técnica sea controlada de manera inteligente por todos los interesados y en bien de todos excepto los fabricantes y mercaderes de la muerte y los piratas del planeta. En una palabra, debiéramos bregar por la tecnodemocracia en todos los grupos en que actuamos.

v

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abernathy, William J. (1978) *The Productivity Dilemma*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Ackerman, Bruce A. (1980) *Social Justice in the Liberal State*. New Haven y Londres: Yale University Press.
- Agassi, Joseph (1985) *Technology: Philosophical and Social Aspects*. Dordrecht, Boston, Lancaster y Tokyo: D. Reidel Publ. Co.
- Bunge, Mario. (1980) *Ciencia y desarrollo*. Buenos Aires: Siglo Veinte.
- (1985) *Treatise on Basic Philosophy*, tomo 7: Philosophy of Science and Technology, Part 1: Life Science, Social Science and Technology. Dordrecht, Boston y Lancaster: D. Reidel Publ. Co.
- (1989) *Treatise on Basic Philosophy*, Tomo 8: Ethics. Dordrecht, Boston y Lancaster : D. Reidel Publ. Co.
- Burke, James (1978) *Connections*. Boston y Toronto: Little, Brown and Co.
- Cereijido, Marcelino (1990) *La nuca de Houssay. La ciencia argentina entre Billiken y el exilio*. Buenos Aires y México: Fondo de Cultura Económica.
- Collins, Randall (1987) "On the microfoundations of macrosociology. American Journal of Sociology" 87: 984-1014.
- Dash, Alekha K. Y S. L. Saran (1990) *The impact of new technology on women's role in the agricultural sector in India*. Madrid: XII Congreso Internacional de Sociología.
- Ferrater Mora, José (1990) "On Mario Bunge's semantical realism". En P. Weingartner y G. Dorn, compils. *Studies on Mario Bunge's Treatise* pp. 29-37. Amsterdam: Rodopi.
- Fundación Universidad-Empresa (1990) *15 Años abriendo caminos*. Madrid: Fundación Universidad-Empresa.
- Goldstein, Daniel. (1989) *Biotecnología, universidad y política*. México: Siglo Veintiuno Editores.
- Harvey, Doug. (1989) *The Condition of Postmodernity*. Oxford: Basil Blackwell.
- Hirschman, Albert O. (1981) *Essays in Trespassing: Economics to Politics and Beyond*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mauss, Marcel (1934) "Fragment d'un plan de sociologie générale descriptive". En *Essais de sociologie* pp. 89-132 Paris: Editions de Minuit 1968.
- Prebisch, Raúl (1981) *Capitalismo periférico, crisis y transformación*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Sábato, Jorge (1979) *Ensayos en campera*. Buenos Aires: Juárez, Editor.
- Williams, Trevor Illtyd (1982) *A Short History of Twentieth-Century Technology*. Oxford: Clarendon Press; New York: Oxford University Press.

TECNOLOGÍA, CIENCIA Y FILOSOFÍA*

1. El filósofo ante la tecnología

Los filósofos han solido despreciar y temer al mundo de la acción, del trabajo y de la técnica. La técnica anterior a la actual revolución científica era un conjunto de conocimientos prácticos empleados en el trabajo manual y, como tal, no sólo era indigna del hombre de clase superior a la artesanal, sino también indigna de la atención del hombre de ideas. La técnica, en efecto, no era un conjunto de ideas sino un conjunto de prácticas o recetas y, como tal, carecía de interés filosófico.

Ha habido, desde luego, excepciones: los filósofos positivistas, pragmatistas y materialistas han admirado a la técnica y han subrayado su importancia social. Pero es dudoso que hayan comprendido las peculiaridades lógicas, gnoseológicas y metodológicas de la tecnología moderna, como lo muestra su frecuente confusión de la técnica con la ciencia o su afirmación de que no hay diferencias entre la ciencia pura y la aplicada por la sencilla razón de que no existe ciencia pura. La tecnología, en suma, no ha constituido para ellos tema de reflexión filosófica.

* Publicado en *Anales de la Universidad de Chile*, enero-abril de 1963, Volumen CXXI, N° 126, pp. 64-92.

El descuido de que han sido objeto la técnica precientífica y la tecnología moderna por parte de los filósofos se explica no sólo por el antiguo menosprecio del pensador griego por todo lo práctico, sino también por ignorancia. Muchos han llegado a culpar a la técnica, junto con la ciencia, de los males sociales y morales que han acompañado al progreso material; en lugar de analizarlas han preferido declamar contra lo que han llamado «la ciencia deshumanizada» y «la técnica esclavizadora». Con esto han demostrado ignorar, tanto como los filósofos filotécnicos, las profundas diferencias entre la técnica precientífica, la tecnología y la ciencia pura. También han demostrado ignorar que la tecnología contemporánea, aplicación del método científico a objetivos prácticos, es una actividad espiritual mucho más profunda y rica que algunas actividades humanísticas.

El filósofo contemporáneo de mentalidad arcaica se da el lujo de emplear productos de la tecnología, desconociendo por entero su composición y funcionamiento, así como su importancia social y cultural. Sin curiosidad por la naturaleza ni por la actividad transfiguradora del hombre, ni por las ideas acerca de la *fisis* y de la *artífisis*, ese homínido diplomado vive en un mundo que desconoce y saca provecho de las conquistas científicas y tecnológicas al modo en que el sacerdote usufructúa del tributo de sus fieles: sin participar del goce de producirlos, sin entenderlos, sin apreciarlos más que en su materialidad. No advierte que el diseño de un nuevo perfil de avión, la búsqueda de un nuevo herbicida, el ensayo de un nuevo tratamiento médico, o la organización racional de una empresa, son actividades del espíritu mucho más audaces, excitantes e importantes que el estudio de la manera de acentuar de Cervantes, la confección de una bibliografía o la redacción de un comentario sobre los comentarios de algún texto clásico que sobrevive tan sólo en planes de estudio de humanidades fosilizadas.

Esa actitud despectiva, temerosa e ignorante para con la tecnología comenzó a cambiar después de la Segunda Guerra Mundial, al menos en los países cultos. ¿Quién ignora hoy que el diseño y manejo de las computadoras

automáticas requiere conocimientos de lógica? ¿A quién se le escapa que la sola existencia de autómatas plantea problemas gnoseológicos, tales como el de decidir si ellos pueden conocer? Y *¿cómo no comprender que esos mismos artefactos plantean problemas ontológicos, tales como el de averiguar si forman parte del nivel físico o si constituyen un nivel peculiar, el de la *artifisis*, constituido por objetos materiales en los que el hombre ha impreso su inteligencia y sus fines?*

En E.E.UU. y, en menor medida, en otros países que marchan a la cabeza de la cultura, se está comprendiendo que la tecnología no sólo exige el concurso de científicos sino también la colaboración de filósofos. En ese país se están multiplicando las empresas y los institutos de investigación tecnológica que emplean lógicos y epistemólogos, no por considerarlos adornos sino porque son indispensables para abordar problemas generales que requieren la comprensión de estructuras lógicas y de analogías entre sistemas y disciplinas diversas, problemas que el especialista no está habituado a abordar. Va aumentando el número de filósofos que, cansados de comentar todos los años los mismos diálogos platónicos, se han convertido en expertos en la teoría de los autómatas, en investigación operativa, o en teoría de la decisión. En estos campos nuevos y en expansión se destacan las mentalidades ávidas de novedad, interesadas en métodos antes que en datos, en sistemas antes que en cosas aisladas, y que desean aplicar a fines más socialmente útiles su capacidad de abstracción. Han encontrado en la tecnología contemporánea lo que no les diera la filosofía concebida como acumulación de datos históricos o como especulación en el vacío.

Pero todavía no se ha constituido una *filosofía de la tecnología* a semejanza de la epistemología. Y no es que escaseen los problemas filosóficos que plantea la tecnología moderna, como se tratará de mostrar en lo que sigue.

2. Técnica, tecnología y ciencia

En sentido amplio entenderemos por 'técnica' a todo conjunto coherente de prácticas o reglas de procedimiento conducentes a un fin predeterminado. Puesto que toda técnica es un medio, para caracterizar las técnicas debemos considerar los fines a que sirven. Y, puesto que toda técnica es un conocimiento o involucra un conocimiento, también debemos tener en cuenta el fundamento de tal conocimiento.

Respecto de los fines, las técnicas pueden dividirse en prácticas y científicas. Si la finalidad de una técnica es predominantemente utilitaria, tal como ocurre con el electroshock que se aplica a ciertos psicópatas, podremos denominarla *técnica práctica* o pragmatécnica. Si, por el contrario, la finalidad de una técnica es predominantemente cognoscitiva, como ocurre con el muestreo estadístico, podremos denominarla *técnica científica* o gnoseotécnica. En este trabajo no nos ocuparemos casi de las técnicas científicas, objeto de la metodología de la ciencia, sino de las técnicas prácticas, es decir, de los sistemas de reglas de procedimiento que se proponen modificar la naturaleza, el individuo humano, o la sociedad, con fines útiles.

Las técnicas científicas son todas *fundadas*, en mayor o menor grado, en el sentido de que se basan sobre conocimientos científicos. Así, por ejemplo, el físico podrá explicar por qué emplea una termocupla para medir temperaturas. En cambio, el psicólogo no sabe dar razón de su eventual empleo del test de Rorschach: lo emplea como técnica infundada (aunque con pretensiones de suministrar conocimiento científico). A lo sumo dirá que «da resultado», lo que ni es cierto ni es argumento suficiente para justificar el empleo de una técnica en ciencia. Análogamente, el psiquiatra no sabe explicar por ahora por qué es eficaz el electroshock: también ésta es una técnica infundada. El científico desconfía de las técnicas infundadas, propias de la técnica precientífica. Una de

las tareas de la investigación es, precisamente, explicar el éxito de ciertas técnicas; es decir, encontrar las leyes sobre las que se fundan. Es lo que hace el ingeniero cuando explica la estabilidad de las catedrales góticas, que fueron construidas con ayuda de reglas empíricas; es lo que hace el psicólogo, cuando explica la eficacia de técnicas pedagógicas como las del premio y del castigo.

Las técnicas prácticas pueden, pues, ser infundadas o fundadas; es decir, pueden ser sistemas de reglas empíricas o pueden ser sistemas de reglas justificadas por una disciplina científica. Llamaremos *tecnología* a todo sistema de técnicas prácticas fundadas, o al estudio de las mismas, distinguiéndola así de la técnica a secas o técnica precientífica. La técnica del zapatero remendón es una técnica práctica infundada, que consiste en un sistema de reglas elaboradas y puestas a prueba en milenios de práctica. La técnica de la moderna industria del calzado, en cambio, es en parte una tecnología que emplea conocimientos de física y de química. *El tecnólogo aplica el método científico a problemas de interés práctico. El técnico que usa la tecnología aplica al trabajo las técnicas elaboradas por ésta.*

Entre las tecnologías contemporáneas se distinguen las que llamaré: a) *tecnología física* (las ingenierías); b) *tecnología biológica* (medicina, farmacología, odontología, etc.), y c) *tecnología social* (derecho, pedagogía, investigación operativa, ingeniería social, etc.). Cada una de estas ramas de la tecnología se funda sobre un grupo de ciencias especiales, además de emplear las ciencias comunes a todas las ciencias (la lógica y la matemática). La tecnología física (o sea las ingenierías clásicas) se funda sobre la física y la química. La tecnología biológica reposa sobre la biología, que a su vez supone la física y la química. La tecnología social presupone las ciencias de la conducta (psicología y sociología). De esta manera toda ciencia empírica, salvo la historia, tiene su tecnología correspondiente (lo que podría constituir, dicho sea de pasada, un argumento en favor de la tesis de que la

historia no es una ciencia independiente sino una disciplina que depende de las demás ciencias del hombre).

Que cada ciencia aplicada presuponga *lógicamente* un conjunto de ciencias puras no significa que las tecnologías no den origen a desarrollos científicos. En efecto, la técnica ha sido con frecuencia históricamente previa a la tecnología: tales los casos de la metalurgia y de la agronomía. En cambio, la tecnología no puede venir sin ciencia, pues no es sino *ciencia aplicada* a finalidades prácticas. La electrotecnia, la radiotecnia, la ingeniería nuclear y la química industrial son otros tantos ejemplos de ciencias aplicadas que no habrían nacido sin las correspondientes ciencias puras. No nacieron ni habrían podido nacer si no existieran antes ciertos conocimientos teóricos y ciertos métodos de investigación, porque el técnico precientífico (no el tecnólogo) puede manipular únicamente lo que ve, en tanto que el tecnólogo controla, en medida creciente, lo que no se ve. Los electrones y las ondas electromagnéticas de la electrotecnia y de la radiotecnica son imperceptibles, como lo son los neutrones de la ingeniería nuclear y las moléculas de la química industrial. Para explicar la realidad, la ciencia moderna inventa conceptos transempíricos, que engarzan en teorías que van mucho más allá de la descripción de fenómenos; y la tecnología moderna consiste, en gran parte, en explotar las capas profundas de la realidad, a las que no se accede con las manos sino con la mente.

Pero si la ciencia pura engendra tecnologías, éstas a su vez plantean problemas científicos que promueven el adelanto de la ciencia. La náutica, al exigir mediciones precisas del tiempo y de la posición, estimuló a la astronomía, a la mecánica y al magnetismo; la farmacología ha estimulado a la biología, y otro tanto ha hecho la medicina. Una de las características de la cultura contemporánea es, precisamente, la malla de interacciones entre la técnica, la tecnología y la ciencia pura. En la Antigüedad y en la Edad Media no existieron tales interacciones: no existía la tecnología, y el trabajo esclavo o servil era demasiado barato para compe-

tir con máquinas que, por ausencia de tecnologías, eran demasiado costosas.

Las acciones recíprocas entre la técnica precientífica, la tecnología y la ciencia pueden analizarse en esta forma:

I. Técnica → Ciencia Pura → Tecnología.

Ejemplo 1: Prensa hidráulica → hidrostática → hidráulica. Ejemplo 2: Respondiendo a requerimientos de la industria del vino y de la cerveza, Pasteur investiga el proceso de la fermentación; encuentra que dicho proceso se debe a microorganismos y funda así la bacteriología.

II. Ciencia Pura → Tecnología.

Ejemplo 1: Descubrimiento de la inducción electromagnética → invención del generador y del motor eléctricos. Ejemplo 2: Física nuclear → uso médico de los radioisótopos.

III. Tecnología → Ciencia Pura.

Ejemplo 1: Empleo de transistores → estudio del estado sólido.

Ejemplo 2: Ingeniería de comunicaciones → teoría de la información, que se emplea en diversas ramas de la ciencia.

Las ingenierías (física y química aplicadas) desempeñan un papel importante en todas las ciencias empíricas. Todas las ciencias de laboratorio requieren instrumentos de medición, registro y control, que son productos de la tecnología o requieren, para su construcción (que a menudo se hace en el laboratorio), de productos industriales fabricados bajo la dirección de tecnólogos. No se puede instalar un laboratorio moderno en un lugar desierto, a menos que se aseguren comunicaciones permanentes y rápidas con centros habitados donde se pueda conseguir piezas y drogas que fabrican industrias altamente desarrolladas. Pero hay más: todo experimento y toda observación exacta requieren equipos compuestos de

aparatos e instrumentos: los aparatos, para controlar o producir fenómenos; los instrumentos, para registrarlos y medir sus variables. Quien diseña el experimento es un científico, pero es cada vez más frecuente que el científico sea asistido por ingenieros que se ocupen de diseñar, no el experimento, pero sí parte del equipo experimental, por ejemplo los circuitos electrónicos. Esta intervención del ingeniero en la investigación científica es cada vez más frecuente, tanto en la física como en la biología. Finalmente, hay conceptos comunes al ingeniero y al científico, pero que han sido particularmente manejados por tecnólogos: los de comunicación, organización, función y sistema. La teoría de la información y la teoría del control automático desempeñan un papel importante tanto en la ingeniería moderna como en la biología moderna. En resumen, las tecnologías físicas aportan a las ciencias experimentales no sólo cosas sino también ideas.

Las interacciones entre la tecnología y la ciencia son fuente de permanente renovación de ambos campos. Quedan aún técnicos rutinarios, especialmente en la industria de la construcción, en las industrias extractivas y en actividades sociales, tales como la política: son los que se limitan a aplicar recetas que elaboran otros. Son los que manejan tablas y administran drogas sin saber por qué: el ingeniero cuya sabiduría se resume en el manual de Hütte, el médico cuyo saber está todo en el catálogo de específicos, y el político que no lee otra cosa que los diarios. Constituyen la casta de los artesanos superiores, casta sin futuro brillante, porque la ciencia y la tecnología, y con ellas la sociedad íntegra, se están renovando a un ritmo tan vertiginoso que lo que cuenta no es la información aislada sino el método y la teoría generales, que capacitan para abordar cualquier problema nuevo.

El técnico rutinario está siendo reemplazado gradualmente por el tecnólogo, o está siendo sometido al control de este último. El motivo es sencillo: el cono-

cimiento posibilita la eficacia, pero la recíproca no es verdadera. Un rito mágico puede ser psicológicamente eficaz, aun cuando sea científicamente infundado. En otras palabras, a la larga la ciencia produce una tecnología eficaz, en tanto que las técnicas precientíficas tienen una eficacia limitada y, sobre todo, no progresan sino del modo más penoso y lento: por tanteos.

En el curso de los últimos decenios hemos asistido a la conversión de diversas técnicas en tecnologías. Un caso notable es la técnica de matar, que con la Segunda Guerra Mundial se ha convertido en una tecnología que emplea todos los recursos de la ciencia pura, y que moviliza a centenares de miles de lógicos, matemáticos, físicos, químicos, biólogos, psicólogos y sociólogos. Otro caso, menos patente, es el de la técnica de curar: la medicina se está convirtiendo rápidamente en biología humana aplicada, y la farmacología en bioquímica aplicada. En cambio la psiquiatría, concebida como tecnología de la psique anormal, está aún tan atrasada como la política, concebida como ingeniería de la sociedad. Este atraso no se debe solamente al estado subdesarrollado de las ciencias subyacentes sino, también, a las presiones ideológicas y a los prejuicios precientíficos. No se pueden curar mentes enfermas ni sociedades enfermas mientras se siga creyendo en la eficacia mágica del verbo.

Hay poca duda, en suma, de que el saber posibilita la acción eficaz. Investiguemos ahora si, a su vez, la acción asegura el saber.

3. Saber y hacer

El técnico y el tecnólogo se proponen, en última instancia, hacer o encaminar la acción, al par que el científico y el filósofo se proponen, en primer término, saber: saber a secas, para saber. Para el tecnólogo el saber científico es un medio para la acción; para el científico el saber tecnológico es un medio para la investigación desinteresada. Así, por

ejemplo, el ingeniero científico emplea la física para diseñar un satélite artificial, al par que el físico emplea el satélite para averiguar la intensidad de las radiaciones en el espacio. No hay duda de la estrecha unión de la ciencia pura con la ciencia aplicada en el mundo actual, y tampoco se duda acerca de que la ciencia pura emplea como medio lo que es fin para la ciencia aplicada y viceversa. Esta estrecha unión entre el saber teórico y el saber práctico no existió antes de la Edad Moderna y ha sido consagrada por la teoría pragmatista de la unidad de la teoría con la práctica, de la identidad del saber y del hacer y, en particular, del saber y del saber hacer. Según esta teoría, si x conoce y , es que x sabe hacer y o sabe reproducir y ; y, recíprocamente, si x sabe hacer y o sabe reproducir y , entonces x conoce y . Esta doctrina ha sido sostenida por pensadores tan dispares como Hobbes en el siglo XVII, Vico en el XVIII, Marx y Engels en el XIX y Dewey en el nuestro.

Consideremos primeramente el condicional «Si x conoce y , entonces x sabe hacer y ». Bastará dar un caso en que se conozca algo sin saber hacerlo, para falsificar la generalidad que tácitamente se asigna al condicional. Ejemplo 1: Conocemos algo acerca de las estrellas y, sin embargo, no sabemos hacerlas. Ejemplo 2: En general, tenemos conocimientos acerca de la materia, pero no sabemos hacerla; más aún, nuestros conocimientos incluyen el postulado de que la materia puede transformarse, pero no crearse ni destruirse. Ejemplo 3: Conocemos algo del pasado, pero no podemos siquiera empeorarlo. La tesis es, pues, falsa.

Consideremos ahora la recíproca: «Si x sabe hacer y , entonces x conoce y ». Contraejemplo 1: Durante milenios los animales supieron hacer hijos sin conocer el proceso de reproducción. Contraejemplo 2: Se fabricaron relojes mucho antes de que Huyghens propusiera la teoría de los movimientos oscilatorios. Contraejemplo 3: Priestley y Scheele produjeron oxígeno antes que Lavoisier, pero no lo supieron porque estaban extraviados por la teoría del flogisto; fue Lavoisier quien inventó el concepto de oxígeno y la teoría de la combustión, siendo así capaz de reconocer

el oxígeno en la realidad. Conclusión: también el segundo condicional es falso.

Siendo falsos los dos condicionales, también es falso el bicondicional «*x* conoce *y* si y sólo si *x* sabe hacer *y*». En otras palabras, es falsa la identidad, sostenida por pragmatistas y marxistas, del saber con el saber hacer o *know-how*. El saber *mejora* la posibilidad del correcto hacer, y el hacer *puede* conducir a saber más, pero esto, que es mucho, es todo.

La diferencia entre saber y saber hacer permite explicar la coexistencia del saber práctico con la ignorancia teórica, y del saber teórico con la ignorancia práctica. De no ser así no podrían existir las siguientes combinaciones que se han dado tan a menudo en la historia: *a*) ciencia sin técnica correspondiente (p. ej., física helenística); *b*) técnica sin ciencia correspondiente (p. ej., ingeniería civil romana). También necesitamos conservar la diferencia entre saber y saber hacer para explicar la gradualidad del proceso cognoscitivo: si, para conquistar la cosa en sí —el objeto tal como es, independientemente del sujeto cognoscente— bastara con producirlo o reproducirlo (como creía Engels), toda conquista tecnológica pondría punto final a un capítulo de la ciencia: la producción de caucho sintético, de plástico y de nylon, agotaría la química de los polímeros; la producción experimental de cáncer terminaría con la cancerología; y la producción experimental de neurosis y psicosis agotaría la psiquiatría. De hecho, no es así: seguimos haciendo muchas cosas sin saber cómo lo logramos, y conocemos muchos procesos que no sabemos controlar. No se debe a que haya incognoscibles (que los hay), sino a que se conservan aún barreras, que van desapareciendo, entre el saber práctico y el saber teórico.

Conservar la distinción entre saber y saber hacer implica conservar la distinción entre técnica (saber práctico infundado), tecnología (saber práctico fundado) y ciencia (saber teórico fundado). Al conservar la distinción podemos enunciar la hipótesis de que estos distintos campos interactúan; de lo contrario tendríamos que confundirlos.

Y esto nos obligaría a abandonar la hipótesis, defendida calurosamente por pragmatistas y marxistas, de que las necesidades prácticas y, en particular, las necesidades de la tecnología, preceden siempre a la investigación pura. Esta hipótesis histórica, que es verdadera para épocas anteriores a la nuestra, ya no vale para la nuestra. En todo caso, no se puede sostener al mismo tiempo la identidad del saber teórico y del saber práctico, y la primacía del saber práctico; quienes lo hacen incurren en contradicción.

Es absurdo confundir el hacer con el saber, el acto con el conocimiento del acto. Una característica de todas las épocas anteriores a la nuestra fue, precisamente, que en casi todos los casos se actuaba de manera irracional: sin teoría previa, sin plan, y sin saber siquiera a posteriori por qué se había actuado. La revolución científica abre la posibilidad de *racionalizar todos los actos humanos* que involucren conocimiento.

Diremos que un acto es racional si y sólo si es máximamente adecuado a una finalidad preestablecida y si esta finalidad ha sido escogida haciendo uso deliberado de conocimiento relevante. O sea, diremos que un acto es racional no solamente si maximiza la medida en que lleva a lograr una finalidad, sino también si la propia finalidad, lejos de ser aceptada irracionalmente, es justificada en vista del conocimiento disponible. Ahora bien: para desanimalizarnos y para terminar con las múltiples causas de la estupidez y la frustración debemos adoptar, aunque sea como hipótesis de trabajo, el postulado de que *todo acto es racionalizable*. Ya habrá tiempo de descubrir, si se descubre en efecto, algún rincón irracionalizable. Pero si no hacemos un esfuerzo por encarar en forma global —y no parcial como hasta ahora— la racionalización de la vida, no tendremos derecho a repetir paparruchas sobre la irracionalidad esencial de la existencia.

Afortunadamente, mientras filósofos de mentalidad arcaica repiten esas paparruchas y siguen al margen de la revolución científica, los científicos y los tecnólogos

de los últimos veinte años desarrollan activamente las herramientas teóricas de la racionalización de la existencia: la teoría de la decisión, la teoría de los juegos y de la estrategia, y hasta la teoría de las colas de espera. Ninguna de ellas elimina la diferencia entre el conocimiento y la acción, pero todas ellas nos van permitiendo, paulatinamente, fundar nuestros actos, es decir, racionalizar la existencia.

4. Verdad y eficacia

Otra tesis del pragmatismo es que la verdad consiste en la eficacia. Una tesis más débil, sostenida por los marxistas, es que la eficacia práctica es criterio de verdad. Tanto pragmatistas como marxistas citan con aprobación el viejo proverbio *The proof of the pudding is in the eating*, muy oportuno en relación con reglas o recetas, pero inaplicable cuando se trata de proposiciones sobre la realidad, y no de reglas para actuar.

Una formulación algo más precisa de la tesis que nos ocupa es ésta: «La práctica es la piedra de toque de la teoría». Admitamos que este principio metodológico de la «filosofía de la praxis» se refiera exclusivamente a las teorías acerca de la realidad o de la experiencia y no a las teorías formales (lógicas y matemáticas), aunque ciertamente tanto los pragmatistas como los marxistas concuerdan en no hacer diferencias entre ciencias fácticas y ciencias formales. A primera vista la tesis es verdadera: ¿acaso los satélites artificiales no confirman la mecánica, y la reeducación de los alcoholcos por condicionamiento no confirma la teoría de los reflejos condicionados? Además ¿no estábamos de acuerdo en afirmar que hay una estrecha relación entre la ciencia y la tecnología contemporáneas? Un análisis metodológico nos mostrará que, si bien existe tal relación, los criterios de corrección de la ciencia no son iguales a los de la tecnología, lo que se debe, en última instancia, a que la finalidad primordial de la ciencia es alcanzar verdad, en tanto que la finalidad primordial de la tecnología es lograr eficacia.

Una teoría puede ser a la vez exitosa y falsa, y esto por uno de los motivos siguientes: *a)* el éxito de la teoría puede consistir en que persuade a determinados individuos a actuar de determinada manera (p. ej., racismo, psicoanálisis); *b)* el éxito de la teoría puede residir en que contiene, efectivamente, algunas proposiciones verdaderas. Lo primero se comprende fácilmente y no es del dominio de la teoría del conocimiento sino que pertenece a la sociología del conocimiento (o, más bien, de la ignorancia). Lo segundo se comprende si se recuerda que una teoría es un sistema de hipótesis de distinto grado de verdad. Basta que algunas de las hipótesis de la teoría sean verdaderas para que la teoría tenga algunas consecuencias verdaderas y, por lo tanto, pueda ser utilizada como guía eficaz en algunas circunstancias. Ejemplo 1: Hasta principios del siglo XIX la elaboración del mineral de hierro era acompañada de conjuros mágicos. Ejemplo 2: Los curanderos logran curaciones con hierbas auténticamente medicinales y ritos mágico-religiosos. Ejemplo 3: Las neurosis se curan con el transcurso del tiempo y con psicoanálisis.

El técnico rara vez aplica una hipótesis o una teoría por vez: no le interesa *aislar las variables* para averiguar su comportamiento, sino maximizar la eficacia, para lo cual echa mano de cuanto recurso puede. Si tiene éxito ¿cómo hará para averiguar cuál de las hipótesis empleadas fue la verdadera? Si fracasa ¿cómo podrá asegurar que uno de los ingredientes de su procedimiento no ha sufrido una interferencia destructiva por otro de los ingredientes? Piénsese en el médico clínico o en el psiquiatra, interesados primordialmente en aliviar los sufrimientos de sus pacientes. Los tratamientos que prescriben pueden ser más o menos eficaces, pero *carecen de valor comprobatorio de las hipótesis puestas en juego* porque no satisfacen el requisito elemental del método experimental, consistente en *controlar las variables* que se suponen relevantes al caso estudiado. Para controlar las variables es preciso, en primer lugar, distinguirlas; en segundo lugar, es necesario fijar o «congelar» algunas de

ellas y variar deliberadamente las otras. Pero el técnico que tiene que salvar una vida o tender un puente no puede darse este lujo, que deberá reservar al tecnólogo. Así, por ejemplo, el psiquiatra podrá aplicar a un mismo paciente, drogas tranquilizadoras, sueño prolongado, shock eléctrico, o aun neurocirugía.

Para establecer la eficacia de los distintos tratamientos (físicos, biológicos o sociales) que se emplean en la fábrica, en el hospital o en el grupo social, la tecnología científica hace *experimentos* propiamente dichos. En estos experimentos se controlan las variables relevantes (por ejemplo, se emplean grupos de control o testigo) y se controlan las inferencias (por ejemplo, se usa la estadística). El médico que inventa tratamientos y los aplica a sus pacientes sin tomar los recaudos del método experimental, y el psicoanalista que obra del mismo modo, proceden como el técnico de la época precientífica: a ciegas. La clínica privada, y en particular el sofá, no son lugares adecuados para poner a prueba las hipótesis de la Ciencia.

La *investigación tecnológica*, llevada a cabo con el método de la ciencia, es la única capaz de poner a prueba la verosimilitud de las hipótesis y la eficacia de las reglas. La práctica de la técnica, en cambio, no es capaz de ello, y los médicos y psiquiatras que pretenden usar su experiencia profesional para comprobar o refutar una teoría confunden la tecnología, ciencia aplicada, con la técnica que ellos practican. La ignorancia del método de la ciencia no les permite cumplir cabalmente sus responsabilidades éticas y sociales.

El técnico, precisamente por perseguir la eficacia antes que la verdad, no se interesa por *poner a prueba* sino por *usar* las teorías científicas y tecnológicas y, más particularmente, las reglas elaboradas por la tecnología. Entre poner a prueba y usar hay un abismo, pues para que una teoría posea utilidad práctica basta que contenga un grano de verdad o que sea aproximadamente verdadera en un dominio restringido. Por este motivo

el técnico y, en gran medida aún el tecnólogo, pueden usar con éxito teorías que han envejecido en ciencia: pueden usarlas porque su grado de verdad es suficiente para ciertos fines prácticos, y las usan porque suelen ser más sencillas que las teorías nuevas. Así, por ejemplo, el ingeniero práctico puede seguir considerando el calor como un fluido e ignorar la mecánica estadística.

La eficacia no es suficiente para establecer la verdad, como lo muestran las prácticas mágicas y muchas prácticas médicas. Que la eficacia no es necesaria, lo muestra el hecho histórico de que a menudo pasa un largo tiempo antes que una teoría científica verdadera encuentre aplicaciones prácticas. En suma, *el éxito no es condición necesaria ni suficiente para dar por satisfactoriamente corroborada una hipótesis o un sistema de hipótesis (teoría)*. En otras palabras, es falso que la práctica sea la piedra de toque de las teorías, y este falso criterio de verdad es en parte responsable de la supervivencia de numerosas supercherías en las técnicas físicas, biológicas y políticas.

En resumen: la verdad puede ser ineficaz y la eficacia puede conseguirse, transitoriamente, al margen de la verdad. La tecnología se propone colmar el hiato entre la eficacia y la verdad, estableciendo un puente entre la técnica, dominio de las reglas eficaces, y la ciencia, dominio de las hipótesis verosímiles y fundadas (leyes).

5. Ley y regla

La distinción entre ley y regla resume las diferencias entre ciencia y técnica. Una regla es una indicación, prescripción o máxima que establece cómo se puede o debe proceder para conseguir un efecto determinado: una regla es una norma de acción humana. Una ley, en cambio, enuncia lo que algo es. Las reglas rigen en parte la conducta humana, al par que las leyes científicas pueden referirse a cualquier sector de la realidad. Las leyes pueden ser verdaderas en mayor o menor grado pero pueden no ser eficaces; las reglas pueden ser eficaces pero no verdaderas. En una palabra,

las leyes son descriptivas e interpretativas, a la par que las reglas son prescriptivas o normativas. (A veces se llama regla a la generalización empírica, sin justificación teórica, pero este uso es incorrecto.)

El hecho de que las reglas no puedan ser verdaderas ni falsas no implica que sean arbitrarias. Las reglas que empleamos en la vida diaria se adoptan porque, con razón o sin ella, las creemos eficaces para lograr determinados fines. Y las reglas que adopta la tecnología se fundan o debieran fundarse en leyes. Los enunciados de leyes (enunciados nomológicos) no son reglas de procedimiento pero permiten formular reglas de procedimiento. Si sabemos que «El hierro se oxida en presencia de humedad» (ley) y deseamos evitar la herrumbre de un trozo de hierro (finalidad), pondremos en práctica la regla «Protéjase al hierro de la humedad». Esta prescripción es una regla fundada y no una mera receta empírica, como las recetas de cocina y de política.

Insistamos en el concepto, muy descuidado, de *fundamentación de las reglas* o normas, sean electrotécnicas o de conducta. Para dar por eficaz a una regla es necesario, aunque insuficiente, mostrar que de hecho ha conducido al éxito en un porcentaje elevado de casos. Pero la eficacia es insuficiente: podría tratarse de coincidencias como las que consagraron los ritos mágicos que acompañaban a las cacerías del hombre primitivo, o las bendiciones de las armas de los ejércitos modernos. Debemos saber *por qué* son eficaces (o ineficaces) ciertas reglas: debemos desmontar su mecanismo, entender su *modus operandi*. En otras palabras, debemos exigir que las reglas sean, no sólo exitosas, sino también fundadas. Esta exigencia de fundamentación de las reglas marca la transición entre la técnica precientífica y la tecnología contemporánea.

Ahora bien, el único fundamento válido de una regla, porque es lo único capaz de explicarla, es un conjunto de leyes científicas, del mismo modo que tan sólo una ley básica puede convalidar una práctica jurídica. Desconfiamos de muchas recetas médicas porque no se apoyan en leyes de la biología,

y desconfiamos de las recetas financieras de muchos estadistas porque no se fundan en leyes de la economía. Las reglas fundadas, esto es, las reglas o normas que establece la tecnología con ayuda del conocimiento y del método científicos, pueden llamarse *enunciados nomopragmáticos* (de *nomas*, ley, y *pragma*, acción). Los enunciados nomopragmáticos no se refieren objetivamente al comportamiento autónomo de la realidad, sino que incluyen términos que designan o sugieren la intervención del usuario del enunciado, o que se refieren a las condiciones o circunstancias en que se hace uso del enunciado nomológico correspondiente. Por ejemplo, “para dilatar un gas calienteselo”, no es una ley propiamente dicha (o enunciado nomológico), sino un enunciado nomopragmático o regla fundada, ya que *prescribe* el curso de una acción en procura de un *fin*. La ley que funda a este enunciado nomopragmático es “si un gas se calienta, entonces se dilata”. Este es un enunciado objetivo, del que está ausente el operador.

La estructura lógica de la ley “si un gas se calienta, entonces se dilata” es (al nivel proposicional) ‘si A , entonces B ’, que puede simbolizarse ‘ $A \rightarrow B$ ’. En cambio, la forma del correspondiente enunciado nomopragmático es ‘ B per A ’, que leemos ‘ B por intermedio de A ’, o ‘para obtener B hágase A ’, o ‘con el fin B empléese el medio A ’. El consecuente de la ley ha pasado a ser el antecedente de la regla; mejor dicho, el antecedente lógico es ahora el medio y el consecuente lógico el fin que la regla relaciona con el medio. El valor de verdad del enunciado compuesto “ $A \rightarrow B$ ” depende solamente de los valores de verdad de las proposiciones componentes A y B : es una función de verdad o construcción extensional. En cambio, “ B per A ” no es verdadera ni falsa, sino eficaz o ineficaz. Pero la eficacia de la regla dependerá de la verdad de la ley subyacente. En el caso del ejemplo anterior, si hubiera un gas que no cumpliera la ley, ésta no serviría para fundar la regla correspondiente.

El contraste entre leyes y reglas puede ponerse de manifiesto recordando la tabla de verdad del condicional “ $A \rightarrow B$ ” e introduciendo lo que llamaremos la tabla de

eficacia de la regla “*B per A*”. Emplearemos el signo ‘1’ para designar la verdad y el signo ‘0’ para designar la falsedad; los mismos signos nos servirán para representar la eficacia y la ineficacia, respectivamente; y el signo de interrogación designará nuestra incertidumbre acerca de la eficacia de la regla. Las tablas son:

TABLA DE VERDAD
DE LA LEY “ $A \rightarrow B$ ”

A	B	$A \rightarrow B$
1	1	1
1	0	0
0	1	1
0	0	1

TABLA DE EFICACIA
DE LA REGLA “*B per A*”

A	B	<i>B per A</i>
1	1	1
1	0	0
0	1	?
0	0	?

Obsérvese que el condicional “ $A \rightarrow B$ ” sólo es falso cuando el antecedente es verdadero y el consecuente es falso. En cambio, el único caso en que “*B per A*” es ciertamente eficaz, es cuando se dan tanto el medio *A* como el fin *B*. Si no ponemos en práctica el medio prescrito ni se alcanza el fin, o si se alcanza el fin sin usar la regla, no podremos saber si la regla es eficaz o no; sólo si está ausente el fin sabemos que la regla es ineficaz.

La relación entre un enunciado nomológico, tal como “ $A \rightarrow B$ ”, y el correspondiente enunciado nomopragmático “*B per A*”, no es lógica sino pragmática. Estipulamos la siguiente relación: Si “ $A \rightarrow B$ ” es verdadera, entonces ensáyese “*B per A*”. Obsérvese que decimos ‘ensáyese’ y no ‘acéptese’, porque la regla puede referirse a un caso ideal, tan ideal como la ley correspondiente, en cuyo caso no será eficaz. Las reglas tecnológicas son aceptadas o rechazadas conforme a súper-reglas elaboradas por la tecnología, que trabaja en condiciones menos ideales o puras que la ciencia.

Nuestra súper-regla nos sugiere *ensayar una regla por cada ley*, pero no nos permite inferir la ley correspondiente a cada regla. En efecto: puesto que la regla "*B per A*" es eficaz cuando *A* y *B* tienen el valor 1 (véase la tabla correspondiente), podemos satisfacer esta condición mediante una infinidad de hipótesis nomológicas, tales como "*A y B*", "*A o B*", "*No-A o B*", "*A o no-B*", "*(A y B) o C*", "*A y (B o C)*", "*(A y B) o no-C*", etc., donde '*e*' designa una proposición arbitraria. De estas infinitas hipótesis posibles, sólo la tercera coincide con la ley postulada, esto es, "*A → B*". En resumen, podemos pasar de la ley a la regla, al menos a modo de ensayo, pero no a la inversa. Esta es una de las razones por las cuales la eficacia de un tratamiento, o de una construcción, o de una medida gubernamental, no son criterios de verdad de las hipótesis subyacentes. Para averiguar el valor de verdad de éstas es preciso recurrir a la ciencia o a la tecnología, según el caso.

El análisis precedente no da cuenta de la complejidad que suelen enfrentar el tecnólogo y el técnico. En el ejemplo del gas, hemos supuesto: a) que las únicas variables relevantes son su volumen y su temperatura, lo que es obviamente falso; b) que conocemos la ley que vincula dichas variables, lo que hasta cierto punto es verdad, y e) que poseemos técnicas para controlar efectivamente dichas variables, lo que es cierto dentro de ciertos límites. Además, hemos dejado de lado el problema, específicamente tecnológico, de diseñar un dispositivo para calentar el gas sin peligro de explosión y con mínimo costo. Para todo ello se necesitarán leyes adicionales, de donde resultará una regla más compleja que la tratada. De esta mayor complejidad de la tecnología respecto de la ciencia nos ocuparemos enseguida.

6. Investigación científica, investigación tecnológica e invención

La diferencia entre las actividades de los científicos, tecnólogos y técnicos puede resumirse en la siguiente paráfrasis de una célebre broma sobre las diferencias en-

tre los físicos, químicos y físico-químicos. Los científicos tratan casos puros con procedimientos rigurosos con el fin de maximizar la verdad; los tecnólogos tratan casos semipuros con procedimientos semirrigurosos con el fin de encontrar verdades aproximadas que permitan fundamentar reglas eficaces; y los técnicos tratan casos impuros con procedimientos no rigurosos con el fin de maximizar el rendimiento.

Lo que hemos llamado caso puro es el fenómeno simplificado idealmente, el modelo esquemático que no corresponde exactamente a la realidad, que tiene en cuenta unos pocos aspectos de los sistemas reales y que es producto de la inventiva científica. En la realidad no hay casos puros: no hay sistemas simples y aislados del resto del universo, que puedan describirse exhaustivamente mediante unas pocas propiedades o variables. Es propio del científico imaginar modelos teóricos con los que intenta reproducir conceptualmente algunos aspectos de los sistemas reales: semejante simplificación es el precio que se paga por el rigor. Un objeto real, dotado de un número enorme de propiedades, en interacción con un número indeterminado de otros objetos, es demasiado complicado para tomarlo tal cual, para «aprehenderlo» íntegramente; con los objetos reales se puede actuar, pero no se los puede conocer exhaustivamente de esta manera. Entre el técnico que trata con situaciones reales, no simplificadas, y que las trata prácticamente, por una parte, y el científico que trata con modelos conceptuales a menudo alejados de la realidad, se ubica el tecnólogo que estudia casos intermedios entre los reales y los puros. Para poder hacerlo sacrifica la generalidad y la exactitud que caracterizan a la ciencia. Por una parte deberá tener en cuenta más variables que el científico; por otra, deberá hacer hipótesis más toscas (crudas) acerca de las relaciones entre las variables, es decir, utilizará enunciados nomológicos menos exactos que los que persigue el científico.

Las diferencias entre la investigación científica y la tecnológica, en lo que respecta a la construcción de modelos conceptuales o teorías (herramientas: éstas que los técnicos

no suelen manejar), pueden resumirse de la siguiente manera. El científico opera con modelos idealizados, que podemos esquematizar con la fórmula

$$E = F(C),$$

donde $\langle C \rangle$ representa una variable controlable (la variable independiente) y $\langle E \rangle$ otra variable controlable, que depende de C según la función F . El tecnólogo que pretenda construir un modelo de un sistema real deberá tener en cuenta, además de las variables controlables (p. ej., costo de una mercancía), las variables incontroladas (p. ej., la demanda de una mercancía). Agregará entonces una variable X cuyos valores podrá conocer, pero no controlar (variar deliberadamente). Su modelo podrá esquematizarse así:

$$E = G(C, X),$$

donde $\langle G \rangle$ designa ahora una función que, en general, será más sencilla que la relación $\langle F \rangle$ postulada por el científico en el caso similar. El mayor número de variables será entonces compensado por una mayor sencillez de las relaciones, es decir, por una menor exactitud. En resumen, el conocimiento tecnológico será, en ocasiones, más complejo pero siempre será menos exacto que el conocimiento científico.

Reparemos en otros dos caracteres distintivos del modelo tecnológico en contraste con el modelo científico. En primer lugar, si en el modelo científico $\langle E \rangle$ designaba, por ejemplo, un efecto físico, en el modelo tecnológico $\langle E \rangle$ designará con frecuencia una variable tal como la eficacia o el rendimiento. Es decir, en el modelo tecnológico aparecen habitualmente *conceptos típicamente tecnológicos*, tales como los de eficacia, confiabilidad, versatilidad y costo, que no tienen cabida en la ciencia pura. En segundo lugar, en ciertos casos X podrá tratarse como una variable aleatoria, de modo que podrá estudiarse estadísticamente; pero, puesto que X no es controlable efectivamente, el modelo tecnológico no podrá ser puesto a prueba mediante el método experimental

en sentido estricto, que involucra la modificación deliberada y controlada de las variables; por consiguiente, la incertidumbre acerca de la adecuación del modelo será mayor que en el caso científico. Esto obligará al tecnólogo a introducir coeficientes de seguridad y márgenes de tolerancia, que a veces se eligen casi a ciegas, para ponerse al abrigo del fracaso.

Esto no significa que el tecnólogo renuncie al método experimental en sentido amplio: lo mismo que el científico, pondrá a prueba su modelo, pero se contentará con una aproximación más tosca, al modo en que el albañil puede tratar al número trascendente como si fuera un número racional igual a 3,14. Si bien el tecnólogo no podrá aplicar el método experimental estricto a todos sus sistemas reales, en cambio, podrá aplicarlo a ciertos *modelos materiales* de dichos sistemas. El hidráulico construirá una *maquette* del dique proyectado y estudiará en ella distintos fenómenos; el aerotécnico someterá al túnel de viento sus modelos de avión en escala reducida; el metalurgista hará modelos en plástico y estudiará su comportamiento elástico con métodos ópticos (fotoelasticidad); el médico científico y el farmacólogo, impedidos por ahora de fabricar *maquettes* de hombres, tomarán modelos ya existentes, tales como sapos, ratas y perros, que al fin y al cabo no difieren del hombre mucho más que una *maquette* de una construcción real. Semejante investigación de los modelos teóricos con ayuda de modelos materiales será un test preliminar de los primeros; si la prueba es exitosa, puede ser que también lo sea el salto al sistema real, pero no hay garantía. Ésta es una de las dificultades del tecnólogo que desconoce el científico, quien rara vez opera con modelos en escala reducida.

La tarea del tecnólogo experimental consiste, pues, en poner a prueba modelos tecnológicos teóricos con ayuda de modelos materiales. Pero esta tarea es precedida por la construcción de modelos tecnológicos teóricos que, como hemos visto, suelen diferir de los modelos científicos, aunque sólo sea porque deben hacer lugar a

un mayor número de variables. Piénsese en el caso del ingeniero hidráulico de comienzos de siglo: por una parte, disponía de un cúmulo de conocimientos prácticos inconexos; por otra, tenía a la vista la hidrodinámica clásica, proeza matemática que trata fluidos ideales (sin viscosidad) y que, por tanto, es incapaz de dar cuenta de fenómenos tan obvios como la resistencia de un cuerpo que cae en el seno de un fluido. El hidráulico práctico se contentaba entonces con un conjunto de reglas empíricas halladas en muchos casos por artesanos; de todas maneras, la hidrodinámica le exigía un esfuerzo matemático desproporcionado con su utilidad práctica. Pero estas reglas empíricas son superficiales, cubren clases restringidas de hechos, y no tienen en cuenta fenómenos a primera vista secundarios, tales como la turbulencia, pero que en realidad son muy importantes para grandes velocidades. La tarea del ingeniero hidráulico desde principios de siglo hasta el momento ha sido, entonces, acercar la hidráulica práctica a la teoría hidrodinámica, tornando a ésta cada vez más realista. Y aquí se presenta una dificultad: a medida que una teoría se hace más realista, se hace también más complicada; pero a medida que se hace más complicada se hace menos práctica.

Acabo de señalar lo que llamaré la *paradoja del tecnólogo*. Por una parte, el tecnólogo trata situaciones concretas, que exigirían un conocimiento más detallado del que le provee la ciencia, que por su lado se limita a la consideración de casos puros. Por otra parte, el tecnólogo no puede valerse de métodos más poderosos que el método de la ciencia: en primer lugar, porque no los hay, y, en segundo lugar, porque busca facilidad de aplicación y la consiguiente rapidez, lo que le hace preferir procedimientos y teorías menos rigurosas que las de la ciencia. La paradoja consiste en la incompatibilidad del máximo conocimiento con la máxima eficacia. La habilidad del tecnólogo consistirá en lograr *la máxima eficacia con el mínimo conocimiento posible* (es decir, con ayuda del modelo teórico más simple). Pero, para poder escoger el procedimiento y el modelo

teórico más convenientes, deberá tener a la vista procedimientos y teorías ya existentes, ya elaborados por la investigación, sea científica, sea tecnológica. En otras palabras, el tecnólogo podrá economizar pensamiento en la etapa de la aplicación a condición de que haya atesorado conocimiento en la etapa de la investigación. Esto muestra, una vez más, la dependencia lógica de la tecnología respecto de la ciencia pura.

La diferencia entre la investigación científica y la tecnológica se advierte ya en la selección de los problemas. El científico escoge sus problemas por el interés intrínseco que presentan, que a su vez está determinado por su relación con teorías importantes en proceso de test o de desarrollo. El tecnólogo, en cambio, tenderá a escoger problemas cuyas soluciones sean de utilidad práctica: tendrá siempre a la vista una *desiderata* de objetivos prácticos, no cognoscitivos: eficiencia, confiabilidad, diseño adecuado, velocidad de operación, bajo costo, etc. Esta *desiderata* restringirá el abanico de problemas y, al mismo tiempo, hará más difícil la labor del tecnólogo que la del científico, pues los objetivos de la *desiderata* mencionados no son todos compatibles entre sí. También el científico deberá tener en cuenta algunos de estos objetivos, pero no estará tan sujeto a ellos como el tecnólogo: para el científico son secundarios y no primarios: son estímulos u obstáculos, pero no objetivos. Los problemas científicos son todos «académicos» en mayor o menor grado y, cuando se los aborda, no se promete otra utilidad que la posible satisfacción de la curiosidad. Los problemas tecnológicos son cognoscitivos y prácticos a la vez, y se los aborda con el fin de obtener resultados útiles al consumidor de la investigación tecnológica.

Entre el tecnólogo que realiza investigación original y el técnico rutinario hay diversos grados intermedios. Entre ambos extremos se sitúa –o, más bien, se situaba– el inventor, que compensa su frecuente incultura científica con su imaginación, su conocimiento de los

materiales, su habilidad manual y su visión comercial. El inventor, como el científico, parte de un modelo hipotético que establece relaciones simplificadas y, cuando se propone materializar su esquema mental, tropieza con las resistencias de una realidad mucho más compleja que lo que había supuesto. Entre la idea o «principio» original, y el invento propiamente dicho, media el trecho que media entre cualquier idea y cualquier cosa. En el curso de la materialización de la idea se hacen necesarias muchas modificaciones de la idea original, y el ingenio del inventor se muestra tanto en estas modificaciones como en la idea original. Esto (recuérdese la queja de Diesel) no es tenido en cuenta por las leyes de patentes, que protegen la idea original, que puede ser impracticable, a expensas del invento mismo, que a menudo se aparta considerablemente de la chispa inicial. Pero, precisamente, por este cúmulo de conocimiento práctico o *know-how* que requiere la puesta en práctica de una idea, es que la patente es casi innecesaria. Hoy día ya nadie compra una patente sin el correspondiente *know-how*, el que casi siempre es aportado por el inventor con su trabajo personal.

El inventor, más que el científico o el tecnólogo, se caracterizaba por el uso irrestricto del llamado «método» de ensayo y error (*trial and error*). Su notable familiaridad con los materiales que empleaba, y no su conocimiento de las leyes, es lo que le sugería ensayar, más o menos al azar, nuevas configuraciones y combinaciones. El tecnólogo, que lo ha sustituido casi por entero, le lleva la ventaja del conocimiento científico, que puede ser tan profundo como el del científico puro. El técnico conoce su material, sea físico, sea biológico, sea social, de modo íntimo, aunque acaso no de modo conceptual: es el suyo conocimiento por familiaridad (*knowledge by acquaintance*) más que conocimiento científico. Ésta es una ventaja en las operaciones manuales; por ejemplo, en la ejecución de una pieza o de una intervención quirúrgica. Pero no tiene gran importancia para las operaciones conceptuales, tales como el planeamiento de una

actividad o el diseño de una cosa. El técnico, que usa o pone en práctica lo que diseña el tecnólogo, debe poseer *know-how*. El tecnólogo moderno, en cambio, debe ser principalmente un hombre de ideas y un organizador del trabajo. El investigador del laboratorio médico se parece más a un biólogo que a un médico, y el ingeniero de una planta de desarrollo se parece más a un físico que a un ingeniero de una sección de mantenimiento. Se ha dicho que el símbolo del ingeniero no es el martillo sino la regla de cálculo; pero en los últimos años la regla de cálculo ha sido superada por la computadora automática. Y la computadora ya no es manejada por tecnólogos creadores sino por técnicos: el ingeniero avanzado diseña las computadoras futuras. El símbolo de la tecnología moderna no es producto acabado alguno, no es una cosa sino la capacidad de idear cosas y prácticas nuevas.

A medida que la técnica se ha «cientificizado», convirtiéndose en tecnología, el inventor aislado ha sido reemplazado por el equipo tecnológico bien equipado y con un buen *background* científico. La invención precientífica, como lo fueron todas las invenciones básicas hechas durante el Neolítico y durante los dos primeros milenios de civilización, se ha tornado hoy casi imposible. La invención técnica ha sido reemplazada casi por entero por la investigación tecnológica, que emplea los resultados y métodos de la ciencia con fines utilitarios. El inventor aislado y carente de formación científica ya no puede competir con el equipo de tecnólogos. Aquellos de nosotros que recordamos haber visto a nuestra ciudad enlutada por la muerte de Edison, hemos contemplado quizá los funerales de la invención artesanal. En adelante, lo que cuenta son las *ideas científicas*, lleven o no a la fabricación de cosas útiles.

7. Observaciones finales

Nuestra época no es, como pretenden algunos pensadores superficiales, la era del predominio de la técnica. La técnica floreció en las épocas de las grandes

invenciones precientíficas: en el Neolítico, en el cuarto milenio A. C., en el período helenístico y en la Edad Media. Fueron esas épocas de predominio de lo material sobre lo espiritual, épocas en que se produjeron pocas novedades en el terreno de las ideas puras y muchas en el terreno de las cosas útiles. La era moderna es la del ascenso de la ciencia. Y en esta segunda mitad del siglo XX ha comenzado el predominio de la ciencia, a punto tal que está dominando rápidamente a la técnica a través de la tecnología. Recién ahora podemos pensar en el dominio de la cosa por la idea, en la primacía del espíritu. Pero esta primacía no se logra ignorando la materia sino (como ya lo había advertido Bacon) poseyéndola: consiste en conocer la materia (ciencia) y en controlarla (tecnología).

Este predominio de la Ciencia está cambiando la faz de la cultura, desde la técnica de matar hasta la técnica de pensar. También el filósofo está sintiendo el impacto de la ciencia y de la tecnología. Si es de mentalidad arcaica, se retrae y se identifica cada vez más estrechamente con el pasado. (En el caso de nuestra frustrada Latinoamérica le bastará identificarse con el presente). Si, por el contrario, es amigo de la novedad y tiene una orientación moderna, procura entrar en contacto con la gran revolución de nuestro tiempo: la revolución científica-tecnológica. Sabe que debe aprender de la ciencia y de la tecnología si quiere remozar las teorías del conocimiento y de la realidad; que puede criticar a la ciencia y a la tecnología, alertando contra deformaciones que a menudo son efecto de filosofías ya muertas, pero que debe hacerlo desde adentro; y advierte que puede colaborar constructivamente en la revolución científica, sea ayudando a advertir problemas sea ayudando a poner en limpio teorías y métodos.

La filosofía de la naturaleza, la filosofía del espíritu y la filosofía de la religión fueron superadas, en su momento, por la filosofía de la ciencia. Hoy se impone construir, al lado de esta última, una filosofía de la tecnología. El campo

es casi virgen: he aquí una oportunidad para los filósofos dispuestos a comprender el modo de pensar y de obrar de quienes están planeando el futuro y dirigen su construcción (o su destrucción). No se queje el filósofo si el tecnólogo lo ignora o lo aparta; trate de marchar a su lado, pues de esta manera, y sólo así, podrá compartir la responsabilidad por el futuro.

v

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auger, Pierre (1961) *Tendencias actuales de la investigación científica: Problemas tecnológicos en curso de investigación*, Paris: UNESCO
- Bergier, Jacques (1953) «New Trends in the Sociology of Invention», En *Impact*, IV, 167: Decadencia de la patente.
- Bloch, Ernst (1984) *Entremundos en la historia de la filosofía (Apuntes del curso de Leipzig)*. Madrid, Ediciones Taurus, S.A.
- Boirel, Rene (1955) *Science et technique*. Neufchatel: Ed. du Griffon, investigación científica e investigación tecnológica.
- Brown, G. S. (1962) «New Horizons in Engineering Education», En *Daedalus*, 92, 341 y *The New York Times*, del 19 de febrero: nuevas tendencias en la enseñanza de la ingeniería.
- Bunge, Mario (1961) *La ciencia, su método y su filosofía: Características de la investigación científica*, Buenos Aires, Siglo Veinte.
- (1959) *Metascientific Queries*, Springfield, Ill.: Charles C. Thomas Publisher, Cap. 4,
- (1961) "Kinds and Criteria of Scientific Law", *Philosophy of Science*, 28, 260: Ley y enunciado nomopragmático.
- (1962) *Intuition and Science*, Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, Cap. 3: Invención científica e invención tecnológica.
- Child, Arthur (1953) *Making and Knowing in Hobbes, Vico, and Dewey* Los Angeles: University of California Press: Origen y desarrollo de la gnoseología pragmatista.
- Churchman, C. West, Ackoff Russell. L. Y Arnoff E. Leonard. (1957) *Introduction to Operations Research* N. York, John Wiley: Modelos en investigación operativa e intervención de filósofos en ésta.
- Eysenck, Hans Jürgen (1953) *Uses and Abuses of Psychology*, London: Penguin, 1953, pp. 288 y ss.: Sobre la irrelevancia de la experiencia clínica al test de las hipótesis.
- (1961) *Handbook of Abnormal Psychology*, N. York: Basic Books: Nuevas técnicas psiquiátricas y fracaso del psicoanálisis.

- Feibleman, James Kern (1961) «Pure Science, Applied Science, Technology, Engineering: An Attempt at Definitoris», *Technology and Culture*, II, 305.
- Klemm, Friedrich (1959) *A History of Western Technology* (N. York: Charles Scribner's Sons, 1959), pp. 342-6: Extractos de R. Diesel sobre la invención técnica.
- Le Chatelier Henry (1936) *De la methode dans les sciences expérimentales*, Paris:Dunod, Caps. 10-13: La investigación científica en la industria.
- Russell, Bernand, *Mysticism and Logic* (1918) London: Pelican, 1953, Cap. X: Conocimiento por familiaridad.
- Tietjens, O. G (1957) *Fundamentals of Hydro-and Aeromechanics*, basado sobre las lecciones de L. Prandtl, N. York: Dover, pp. 3-4: Hiato entre la hidrodinámica y la hidráulica.

✓

STATUS EPISTEMOLÓGICO DE LA ADMINISTRACIÓN*

1. El problema

En diversos países latinos funcionan Facultades de Ciencias de la Administración. En cambio, los anglosajones prefieren las denominaciones más modestas Faculty of Management, o School of Business and Administration, comúnmente conocida por BA School. ¿Se tratará de un ejemplo del amor latino por la hipérbole, o de un error, o bien será que, en efecto, los estudios de administración constituyen una ciencia? Veamos.

Todos, excepto quizá los filósofos de corte tradicional, estamos enterados de que los estudios de administración han sufrido (o gozado) una revolución desde fines de la Segunda Guerra Mundial, gracias a la investigación operativa, la modelización matemática, un contacto más estrecho con la psicología y las ciencias sociales, y la informática. Esta revolución ha marcado la transición de la empiria a la etapa científica en este campo de estudios y de actividades. Basta hojear un texto moderno de contabilidad, planeación u organización empresarial, o un número de *Management*

* Texto inédito elaborado por Mario Bunge, en 1980 para Las primeras Jornadas Nacionales de Administración en Buenos Aires.

Science, para advertirlo. Admitiremos, en suma, que los estudios administrativos han alcanzado un nivel científico.

Sin embargo, el problema propuesto no se resuelve con sólo reconocer que las cuestiones administrativas pueden encararse y resolverse de manera científica. Subsiste la diferencia entre el adjetivo 'científico' y el sustantivo 'ciencia'. La fabricación de artefactos cerámicos, de vidrio, o de acero, es hoy día un proceso controlado por técnicas que poseen fundamento científico; o sea, se funda sobre resultados de investigaciones físicas y químicas además de emplear conocimientos obtenidos en investigaciones y ensayos técnicos. Pero las técnicas de producción de artefactos cerámicos de vidrio, y de acero, no son ciencias: son ramas de la ingeniería. Se trata de averiguar si los estudios de administración, aun los más rigurosamente científicos, constituyen una ciencia comparable con la química o la sociología, o más bien una técnica comparable con la ingeniería nuclear, la agronomía, la medicina, el derecho, o las finanzas.

Este problema, del *status* epistemológico de la administración, es de interés filosófico, ya que le da al filósofo la oportunidad de afilar sus ideas acerca de la ciencia y de la técnica así como de aplicarlas a un campo en pleno desarrollo, con la esperanza de ser de alguna utilidad a sus cultores. Pero ¿tiene interés práctico, aparte de amenazar a las administraciones universitarias con un costoso cambio de rótulos? Aparentemente no: parecería ser uno de esos problemas académicos cuya solución tiene 'solamente' el mérito de aclarar algunas ideas, y por tanto no será estimado por quienes, teniendo ideas confusas o contadas, no valoran las ideas sino como herramientas para la acción.

Si se mira más de cerca se advierte que el problema tiene también algún interés práctico, al menos tanto como el de saber si la medicina es una ciencia o una técnica. En efecto, si la administración se considera como una ciencia (social), entonces su objetivo central debe ser el de buscar las leyes y norma que satisface o debiera satisfacer la actividad administrativa, desde el contador hasta el gerente de producción y el encargado de relaciones públicas. En cambio, si la admi-

nistración es una técnica, dejará esa investigación básica a las ciencias sociales básicas o puras, para ocuparse en cambio de diseñar modelos de organización óptima (en algún respecto) sobre la base de conocimientos adquiridos en las ciencias básicas, así como de nuevos conocimientos adquiridos en el curso de la investigación y la experiencia administrativas. A esta división del trabajo le corresponde una divergencia de los planes de enseñanza. Si la administración es una ciencia, entonces debiera enseñarse como una mera especialización de las ciencias sociales. En cambio, si es una técnica se justifica que se enseñe en una facultad especial donde los alumnos sean expuestos desde el comienzo a problemas de administración. En resumen, nuestro problema tiene interés tanto teórico como práctico. Intentemos pues resolverlo.

2. Ciencia y técnica

La técnica moderna ha alcanzado un nivel tan elevado que a veces es difícil diferenciarla de la ciencia. Con todo, las diferencias existen e importa conocerlas si se ha de impulsar (u obstaculizar) sus desarrollos respectivos. Empecemos pues por esbozar sus diferencias por debajo de sus similitudes reales y aparentes. (Para detalles véanse Bunge 1969, 1980a y 1980b.)

Ante todo conviene distinguir las ciencias básicas (o puras) de las aplicadas. La diferencia no es de método sino de meta y por tanto de producto. La investigación básica se interesa por problemas cognoscitivos de cualquier tipo; la aplicada, por problemas cuya solución tiene alguna posibilidad de utilización práctica, sea económica o política. El científico básico se esfuerza por encontrar las leyes básicas de la realidad; el aplicado, por aplicarlas. Ambos utilizan el método científico, ambos hacen uso de cuantas ciencias sean necesarias, y ambos proveen conocimiento nuevo. Pero, al par que el primero se propone solamente entender la realidad, el segundo se propone entender una parte de ésta para que alguien pueda transformarla.

Un ejemplo: al par que el sociólogo el economista básico estudia sociosistemas (sistemas sociales) con el fin de

comprender cómo funcionan (bien o mal), el científico social aplicado los estudia con el fin de averiguar qué favorece u obstaculiza su mantenimiento o su desarrollo en algún sentido. Y lo hace con la esperanza (o el temor) de que los resultados de su estudio sean utilizados, por quienes ejercen poder, para modificar dichos sistemas.

El técnico, en cambio, puede realizar investigaciones o utilizar los resultados de investigaciones (propias o ajenas) pero en ningún caso se queda en el conocimiento: aspira a poner el saber en acción. El centro de la actividad cognoscitiva técnica es el diseño de dispositivos o planes de acción que permitan, crear o controlar cosas concretas. Los objetos de este control pueden ser físicos (p. ej. centrales eléctricas), químicos (p. ej. plantas petroquímicas), bioquímicos (p. ej. bodegas), económicos (p. ej. supermercados), culturales (p. ej. museos), o políticos en sentido amplio de la palabra (p. ej. prisiones).

El científico, sea básico, sea aplicado, se propone averiguar cómo son las cosas. El técnico inventa cosas nuevas o bien la manera de controlar (manejar, administrar, mantener, mejorar, o destruir) cosas ya conocidas. Si el técnico obra científicamente, se sirve para ello de conocimientos científicos, aunque no de los más generales y profundos, sino de los que necesite para lograr su objetivo; estos conocimientos utilizables resultan ser casi siempre específicos (poco generales) y menos profundos que los que busca el científico básico. En una palabra, al par que el científico, sea básico, sea aplicado, busca la verdad (para todos), el técnico se sirve de la verdad para alcanzar la utilidad (para alguien).

En resumidas cuentas, en tanto que la ciencia se propone explicar el mundo, la técnica se propone forjar las herramientas necesarias para transformarlo (La transformación propiamente dicha es obra de la acción, sea económica, política o cultural). Esta caracterización general de la técnica, unida a cierta clasificación de las cosas de este mundo (Bunge 1979), sugiere clasificar las técnicas como sigue:

- fisiotecnias: las ingenierías clásicas;
- quimiotecnias: química industrial, ingeniería química;

- biotecnias: medicina, agronomía, farmacología, pedagogía, etc.;
- sociotecnias: derecho, finanzas, administración, etcétera;
- técnicas generales: informática, cibernética, etcétera.

Quedó así dicho dónde colocamos la administración. Trataremos a continuación de justificar esa ubicación.

3. Objeto, medios y meta de la administratecnia

Todo sociosistema humano se caracteriza por su composición (las personas que forman parte de él), su ambiente (natural y social), y su estructura (el conjunto de las relaciones entre sus miembros y entre éstos y objetos ambientales). Es común que una persona pertenezca a varios sociosistemas: su familia, la empresa u organismo donde trabaja, su club, su partido político, etc. Cada uno de estos sociosistemas desempeña funciones que le son propias; estas funciones o actividades forman parte de la estructura del sistema (Bunge, 1979).

Por distintos que sean dos sociosistemas, por ejemplo una fábrica y una escuela: o un hospital y un ejército, comparten diversos rasgos, y en primerísimo lugar éste: todos los sociosistemas, por sencillos que parezcan, tienen administradores, aunque sea de tiempo parcial. Por ejemplo, normalmente los padres son los administradores de la familia; la administración de una escuela está formada por su dirección y, en los países anglosajones, también por sus maestros y representantes de su personal.

Es una ilusión el querer prescindir de la administración y en particular de la burocracia, y por lo tanto es una tontería el menospreciarla. Incluso las sociedades formadas por monos y otros animales superiores tienen líderes o administradores, permanentes o temporarios, encargados de organizar la división del trabajo y de controlar que se cumplan las

reglas. Los humanos tenemos la ventaja de poder estudiar la administración de un sociosistema con el fin de averiguar la manera de optimizar su funcionamiento. También tenemos la desventaja de poder ignorar tales estudios y, sin embargo, mantenernos por la fuerza o por el poder económico a la cabeza de algunos sociosistemas. (En la naturaleza los administradores ineficientes sucumben o son reemplazados, y las formas de organización ineficientes terminan por ser eliminadas por selección natural. Nosotros premiamos a los incompetentes conforme al principio de Peter y protegemos a los improductivos según la ley de Parkinson.)

Puesto que no es deseable prescindir de la administración, es preciso optimizarla. De esto se ocupa, precisamente, la administratecnia. Y, ya que ésta se propone controlar cosas concretas de cierto tipo (sociosistemas), no es una ciencia sino una técnica según la definición propuesta en la Sección 2. Y, dado que en nuestro tiempo esta técnica no es empírica sino que se funda sobre resultados de investigaciones científicas, se trata de una *técnica científica* al igual que la ingeniería química o la fitotecnia. De hecho, la administratecnia es mucho más científica que el derecho y aun la economía, disciplina aún fuertemente influidas por la ideología.

En resumen, podemos definir la *administratecnia*, o el sistema de disciplinas que estudian la administración, como la técnica científica que:

(a) *estudia las actividades y relaciones administrativas que tienen lugar dentro de y entre los sociosistemas;*

(b) *emplea el método científico así como resultados de investigaciones científicas en psicología y ciencias sociales básicas y aplicadas; y*

(c) *se propone optimizar en algún respecto (p. ej. productividad, beneficio social; o lucro) el funcionamiento de los sociosistemas.*

Los especialistas distinguirán diversas ramas de la administratecnia, según que se ocupen de hogares, firmas,

cooperativas, organismos estatales, escuelas, sociedades privadas de bien público, organismos internacionales, etc. Semejante división del trabajo es razonable pero no debe llevar a olvidar que todo sociosistema es un subsistema de algún sistema más grande (incluso el sociosistema máximo, o sea, el sistema mundial, es un subsistema del sistema solar). Por lo tanto no se podrá entender ni, con mayor razón, controlar eficazmente el funcionamiento de un sosiosistema, por simple que parezca, si se ignoran sus interacciones con los demás sistemas. Esto no implica que se imponga la adopción de un enfoque globalista (holista) y por lo tanto antianalítico y por ende anticientífico. Significa tan sólo que el enfoque correcto de los problemas administrativos, como el de cualesquiera otros problemas sociales, debiera ser sistémico (v. Bunge 1977). Lo que no debiera extrañar, y que todo socio-sistema es un objeto muy complejo, con múltiples aspectos y modos de cambio, que ninguna disciplina estrecha puede cubrir; por entero.

Conclusiones

Las llamadas ciencias de la administración son científicas por el modo de estudiar su objeto. Pero no constituyen una ciencia porque, lejos de proponerse alcanzar conocimientos desinteresados, persiguen conocer la mejor manera de controlar algo, a saber, los aspectos administrativos de los sociosistemas.

El que la administración sea una técnica no impide que los administratécnicos formulen modelos matemáticos y diseñen experimentos para poner a prueba la verdad de dichos modelos y la eficacia de los controles involucrados. Pero dichos modelos serán específicos o parciales antes que generales. Por ejemplo, se tratará de modelos de la administración de una empresa metalúrgica mediana, o de una línea aérea, antes que de teorías generales acerca de sociosistemas de un género dado. Y se tratará de experimentos cuya finalidad primordial será descubrir fuentes de ineficiencia o mecanismos de optimización de sociosistemas de un tipo

bien particular. En suma, la administratecnia es científica sin constituir una ciencia. Acaso por este motivo ofrece oportunidades y plantea desafíos a personas de orígenes e inclinaciones muy diversos, desde el matemático aplicado hasta el conductor de hombres.

Para terminar, me permito expresar el deseo de que en estas Jornadas surja un Grupo de Epistemología de la Administración que haga el trabajo pionero de profundizar en la materia, integrando las inquietudes metodológicas y filosóficas de administradores, científicos sociales aplicados, y filósofos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bunge, Mario (1969) *La investigación científica*. Barcelona, Ariel.

-----, (1977) General systems and holism. *General Systems* XXII: 87-90.

-----, (1979) *A World of Systems*. Dordrecht-Boston, D. Reidel Publ. Co.

-----, (1950 a) *Epistemología*. Barcelona, Ariel.

-----, (1980 b) *Ciencia y desarrollo*. Buenos Aires, Siglo Veinte.

EL SISTEMA TÉCNICA-CIENCIA-FILOSOFÍA*

Un análisis lógico e histórico muestra que la filosofía no es extraña a la ciencia ni a la técnica. Ciencia, técnica y filosofía constituyen así un sistema. Pero, a su vez, éste es parte de un sistema más vasto que incluye el arte, la industria, el Estado y el público.

A primera vista, la ciencia y la técnica están asociadas, pero la filosofía les es extraña. Pero a poco que se examine la relación entre estos tres campos del conocimiento se advierte que constituyen un sistema. Esta unidad no resulta evidente si se interroga a la mayoría de los científicos, técnicos o filósofos. Tampoco es obvia si sólo se examina un aspecto de la cuestión; por ejemplo, el objeto o el objetivo. Pero la unidad de los tres campos emerge claramente si se los somete a análisis lógicos e históricos, cosa que haremos aquí de manera esquemática. Las técnicas tradicionales, tales como las de la talla de piedras, la agricultura primitiva, o el arte de matar a mano, nada deben a la ciencia, y sus relaciones con la filosofía son tenues. En cambio, las técnicas modernas se fundan sobre la ciencia y tienen varios supuestos filosóficos, como veremos a continuación.

Por ejemplo, las ingenierías civil y mecánica modernas se basan sobre la matemática y la mecánica teórica. Sin estas ciencias los ingenieros nada podrían calcular y no sabrían qué ni cómo medir. Más aún, serían incapaces de diseñar los artefactos y procesos complejos que caracterizan a la industria contemporánea. Basta recordar el desperdicio

* Publicado en *Telos*, 1991, N° 24, pp. 13-22.

de materiales y de mano de obra típicos de la ingeniería romana, más admirable por el tamaño y la durabilidad de sus obras que por su ingenio y variedad. No es solamente que, como diría un marxista, los ingenieros romanos no estaban motivados económicamente para hacer cálculos más exactos, porque el trabajo esclavo era barato. La principal causa de sus limitaciones era la ausencia de las teorías y los datos experimentales necesarios para diseñar artefactos modernos.

¿Cómo están relacionadas las ingenierías civil y mecánica con la filosofía? De diversas maneras. Por lo pronto, todas las técnicas modernas tienen supuestos filosóficos. Por ejemplo, dan por descontado que los recursos naturales existen independientemente de la mente, que la naturaleza es real y que podemos conocerla, al menos en parte y de a poco. Dicho en términos filosóficos, la técnica moderna es naturalista y realista. No supone que haya ideas desprendidas de cerebros y que puedan actuar directamente sobre las cosas, ni admite la posibilidad de actos mágicos o milagrosos que podrían ahorrarnos trabajo. Tampoco acepta que haya misterios insondables: sólo reconoce problemas más o menos difíciles.

Puesto que los técnicos adoptan tácitamente una teoría realista del conocimiento, creen en la posibilidad de alcanzar la verdad, al menos de manera aproximada. Por consiguiente, en su práctica profesional ignoran los ataques postmodernos a la objetividad y al concepto mismo de verdad. Un ingeniero que no creyese en la verdad aproximada de sus ecuaciones, de sus tablas o de sus resultados experimentales, no podría ejercer su profesión.

Desde luego, que todos saben, o debieran saber, que tanto las teorías referentes a cosas reales como los datos experimentales son a lo sumo aproximadamente verdaderos. Pero, al mismo tiempo, los ingenieros tienen confianza en la corregibilidad de unas y otros, y a menudo hacen uso de métodos aproximados (p. ej., cuando usan ordenadores para graficar funciones continuas o para integrar ecuaciones diferenciales). En este respecto adoptan la misma teoría del

conocimiento que los investigadores científicos, aun cuando jamás hayan oído hablar del realismo gnoseológico.

En resumen, las ingenierías civil y mecánica están comprometidas filosóficamente, aun cuando los ingenieros no lo adviertan sino excepcionalmente. Pero hay más, la mecánica engendró la concepción mecánica del mundo, o mecanicismo, el que a su vez estimuló vigorosamente las investigaciones en mecánica teórica. (Si el mundo es un gigantesco reloj, para comprenderlo es indispensable construir teorías mecánicas.) A propósito, los dos primeros grandes pensadores mecanicistas, Galileo y Descartes, fueron tanto científicos como filósofos.

El mecanicismo fue toda una concepción del mundo que reemplazó la cosmovisión organicista y jerárquica inspirada en Aristóteles y en la teodicea cristiana. El mecanicismo afirma que el universo es un sistema compuesto, exclusivamente, de cuerpos y corpúsculos que interactúan y se mueven conforme a las leyes de la mecánica. Incluso los seres vivos y los grupos sociales serían sistemas mecánicos. Esta cosmovisión, unida a la teoría realista del conocimiento, sugiere que la mecánica clásica es la única teoría científica necesaria para comprender y controlar el mundo. He aquí una filosofía y un proyecto de investigación hechos a medida para el ingeniero mecánico o civil.

El programa mecanicista dominó el pensamiento científico y técnico, así como a buena parte del pensamiento filosófico, durante los tres siglos que sucedieron a la Revolución Científica del siglo XVII. Pero el monopolio de la mecánica terminó al nacer el electromagnetismo a comienzos del siglo XIX. Este acontecimiento causó también el comienzo de la decadencia de la concepción mecanicista del mundo.

En efecto, aunque materiales, los campos electromagnéticos no son de naturaleza mecánica: carecen de masa y, por consiguiente, escapan a las leyes de la mecánica. Desde que fueron investigados, el paradigma mecánico debió coexistir con el de la física de los campos. El universo fue concebido

como un gigantesco campo electromagnético y gravitatorio sembrado de cuerpos.

El electromagnetismo no tardó en ser utilizado para el diseño de motores y generadores eléctricos. Medio siglo más tarde nació la técnica de las ondas electromagnéticas, y luego la electrónica. En todos estos casos, la investigación científica precedió a la técnica correspondiente. Lo mismo ocurrió con la ingeniería nuclear, la agronomía contemporánea y casi todas las demás técnicas de avanzada tecnología.

Todos estos desarrollos fueron acompañados de discusiones filosóficas. Por ejemplo, muchos se preguntaron si las ondas electromagnéticas existen realmente o si no son más que ficciones útiles para resumir datos experimentales (o sea, se plantearon la disyuntiva realismo-convencionalismo). La misma cuestión surgió a propósito de los electrones. Los positivistas negaron su existencia porque sólo admitían lo que fuese observable de manera directa. (Al fin y al cabo, los electrones son tan invisibles como los dioses: unos y otros solamente se manifiestan de manera indirecta.)

Este debate entre realistas y antirrealistas continúa en nuestros días entre filósofos, aun cuando deba parecer grotesco a los técnicos que diseñan u operan aparatos, tales como antenas radiodifusoras y televisoras, que utilizan electrones y ondas electromagnéticas. Cuando se permanece encerrado en el gabinete es fácil dudar de la realidad del mundo y pensar mundos imaginarios. Pero cuando se trabaja en el laboratorio o en el taller se da por sentada la realidad del mundo exterior, puesto que entonces uno se propone entenderlo o transformarlo.

Otra célebre controversia filosófica acerca de la naturaleza del mundo y de la ciencia fue el debate sobre la energética, presunta generalización de la termodinámica. Los energetistas de fines del siglo XIX sostenían que el fracaso del mecanicismo obligaba a renunciar a la explicación y obligaba a proponer exclusivamente descripciones que sólo utilizasen conceptos referentes a entes y propiedades observables. En otras palabras, favorecían las cajas negras

antes que las transparentes. No debiera sorprender que los energetistas gozasen de la aprobación de los ingenieros impacientes por utilizar resultados científicos.

Pero las ramas más avanzadas de la técnica, tales como la quimiotécnica, la electrónica, la telemática y la ingeniería genética, no pueden beneficiarse con esa filosofía miope. Tarde o temprano, el técnico tendrá que abrir su caja negra para descubrir y modificar el mecanismo que se esconde en ella. Todo lo oculto puede descubrirse: he aquí otro principio filosófico común a las ciencias y a las técnicas. Más aún, éste es un principio epistemológico que estimula la investigación científica y técnica. (En cambio el fenomenismo, que predica el atenerse a las apariencias, obstaculiza la exploración de cosas e ideas.)

Otro triángulo fértil que emergió en el siglo pasado fue el compuesto por la química, la quimiotécnica (unión de la química industrial y la ingeniería química) y la filosofía correspondiente. Esta última contiene, ante todo, los supuestos comunes a todas las ciencias, comenzando por el naturalismo y el realismo. Otro componente de la filosofía y de la quimiotécnica es el atomismo, que desde sus comienzos en la Grecia y la India antiguas formó parte de la filosofía materialista.

Ciertamente, las teorías atómicas modernas son muy diferentes de las antiguas. Pero la idea fundamental es la misma, a saber, que todo cuanto existe está compuesto de partículas agrupadas en unas pocas especies. También resulta probable que el atomismo habría sido reinventado por los químicos del siglo XIX, aun cuando no hubieran sabido de la existencia del atomismo antiguo. Pero el hecho es que éste, rechazado por los alquimistas, y relegado por los cartesianos, que eran continuistas, ejerció una fuerte influencia sobre los primeros químicos modernos.

Otro hecho digno de ser notado fue la resistencia antiatomista de los positivistas, de Comte a Mach, quienes consideraban a los átomos como ficciones inútiles y allende el control experimental. Esta actitud filosófica conserva-

dora retardó el nacimiento de la física atómica y originó una fogosa polémica en los medios científicos y filosóficos a finales del siglo XIX y comienzos del XX. (Entre los polemistas figuraron no sólo científicos y filósofos tales como Mach, Duhem, Ostwald y Boltzmann, sino también Lenin, quien en este caso apostó al caballo ganador.) En resumen, el nacimiento de la química y la atomística modernas fue acompañado de controversias filosóficas referentes a la naturaleza de las cosas, así como a la naturaleza del conocimiento de los hechos.

Otra idea filosófico-científica que desempeñó una función importante en la construcción de la química y de la quimiotécnica fue la hipótesis de que los compuestos orgánicos no son necesariamente producidos por los seres vivos, como se creía anteriormente a la síntesis artificial de la urea y otros compuestos orgánicos. Este descubrimiento debilitó considerablemente a la escuela vitalista en biología y reforzó a su rival, el mecanicismo. El mismo descubrimiento fue la piedra fundamental de la bioquímica.

A su vez, la bioquímica, la genética y la biología molecular están habitualmente asociadas al reduccionismo. Ésta es la tesis según la cual una célula viva no es sino una bolsa de átomos y moléculas, de modo que la biología no sería más que la física y la química de los sistemas complejos. (Recuérdese que, ya en 1865, el eminente Claude Bernard exigía que se eliminase la palabra vida de la biología, y que aún hoy hay científicos que pretenden que la biología molecular basta para comprender toda la biología.)

No es este lugar el adecuado para criticar esta tesis tan errónea como fértil. No la mencionamos sino para recordar que la química, la bioquímica y la biología, así como sus aplicaciones técnicas, incluyendo la medicina, están lejos de ser filosóficamente neutrales. Por consiguiente, no se pueden analizar adecuadamente sus fundamentos y su metodología si se deja de lado la filosofía.

Abordemos ahora la cuestión del triángulo compuesto por la biología, la biotécnica moderna y las ideas filosóficas

asociadas. La biotécnica en el sentido amplio de la palabra es la rama de la técnica que se ocupa del control y la utilización de los seres vivos. Nació con la domesticación de animales, la agricultura y la medicina. Pero estas técnicas no se tornaron científicas sino hacia mediados del siglo XIX. En la actualidad, la biotécnica incluye también a la ingeniería genética.

Es evidente que la biotécnica moderna no podría haber nacido sin la biología moderna y la bioquímica, que son evolucionistas. Ahora bien, la biología evolutiva tiene un alcance inmenso: concierne a todos los organismos modernos y a sus antepasados, y está vinculada con la filosofía dinamicista fundada por Heráclito, así como con la filosofía materialista. Ha influido en todas las ciencias naturales y sociales, y no puede ser ignorada por ningún filósofo científico.

La ingeniería genética presupone no sólo la biología evolutiva, sino también una ontología más cercana al mecanicismo que al vitalismo, puesto que está asociada a una metodología reduccionista. También involucra la tesis de que el hombre no es sólo un producto de la evolución sino también un motor de ésta, al ser capaz de guiar la naturaleza, e incluso de destruir y crear nuevas bioespecies. Esta tesis audaz, confirmada por el desastre ambiental y por la industria genética, concuerda con el materialismo filosófico y con el pragmatismo, pero es incompatible con las ortodoxias religiosas y las filosofías anticientíficas. No debiera sorprender, pues, que la mayoría de los enemigos de la técnica moderna sean teólogos (p. ej., Martin Heidegger).

Otra técnica joven y rica en ideas filosóficas es la que puede llamarse gnoseotécnica, que abarca a la informática y a la inteligencia artificial. Esta técnica se apoya sobre varios pilotes, entre ellos la lógica, el álgebra abstracta, la física del estado sólido y la electrónica. Puesto que la lógica es común a la matemática y a la filosofía, debe admitirse que ésta última forma parte de la familia de la gnoseotécnica.

Como acaba de mencionarse, la gnoseotécnica también está emparentada con la física del estado sólido. Tampoco

ésta es extraña a la filosofía. En efecto, esa rama de la física se funda sobre la mecánica cuántica, heredera moderna del atomismo antiguo, y que se desarrolló entre las dos guerras mundiales en medio de vivas controversias filosóficas. Basta recordar la célebre polémica entre Einstein y Bohr acerca del realismo, discusión que aún prosigue en nuestros días en círculos científicos y filosóficos.

Como si esto fuera poco, la gnoseotécnica ha replanteado el viejo problema metafísico de la relación entre la mente y el cuerpo. En efecto, desde los trabajos seminales de Alan Turing, hace medio siglo, en los medios gnoseotécnicos, psicológicos y filosóficos se discute acaloradamente un puñado de cuestiones filosóficas. Entre éstas destacan las siguientes: ¿Pueden pensar los ordenadores? ¿Pueden construirse ordenadores capaces de crear ideas originales? ¿Es posible diseñar ordenadores dotados de libre albedrío? ¿La mente no será sino un conjunto de programas de ordenador que pueden encarnarse, sea en un cerebro, sea en una máquina? No intentaremos examinar aquí estas cuestiones. Nos contentaremos con señalar que son a la vez técnicas, científicas y filosóficas. Lo que prueba que estamos tratando con otro triángulo fértil.

Hasta aquí hemos examinado técnicas fundadas sobre la matemática y las ciencias naturales. Nuestro último ejemplo será extraído de sociotécnica. Esta rama de la técnica se ocupa del diseño, la formación, el mantenimiento y la reforma de organizaciones sociales, ya privadas, ya estatales, tales como fábricas y comercios, escuelas y tribunales, así como ministerios y ejércitos.

Una de las sociotécnicas más interesantes y útiles es la llamada ciencia de la administración. El puntero de esa técnica es la investigación operativa, que construye y pone a prueba modelos matemáticos a fin de controlar y perfeccionar organizaciones de diversos tipos. Esta técnica utiliza conocimientos matemáticos, psicológicos, sociológicos y económicos. Pero, al igual que otras técnicas, la ingeniería de la administración no se limita a utilizar conocimientos, sino que provee nuevos conocimientos, tales como diseños

de organizaciones, planes estratégicos, presupuestos y pronósticos.

Al igual que las demás técnicas, la ciencia de la administración supone tácitamente que sus objetos de estudio —a saber, las organizaciones formales— existen o pueden existir realmente, satisfacen leyes o normas y pueden ser conocidos. También presupone que es posible planear y predecir la acción humana, al menos dentro de ciertos límites, y que la planeación puede ser más eficaz que la improvisación. Ahora bien, la noción de plan pertenece a la teoría de la acción, la que, debido a su generalidad, pertenece tanto a la sociología como a la filosofía.

Esto no es todo. La tesis tácita de la ciencia de la administración, a saber, que el método científico es aplicable al estudio y al diseño de la acción humana, es una tesis filosófica contraria a la escuela llamada humanista, según la cual todo lo humano escapa a la ciencia. En resolución, la ciencia de la administración no puede eludir la filosofía.

Los técnicos suelen ofenderse cuando se les dice que están empapados de filosofía. Se ofenden aún más si se les dice que, hoy día, la filosofía (y en particular la metafísica) está más viva en las escuelas técnicas que en los departamentos de filosofía. Suelen tener en menos a la filosofía, y no sin algo de razón, porque la mayoría de los filósofos menosprecian la técnica y no comprenden su riqueza conceptual.

Pero, por más que rehúya a los filósofos, el técnico no puede evitar el contagio filosófico, ya que maneja ideas que presuponen conceptos e hipótesis filosóficas: hace filosofía sin saberlo. Y, puesto que la hace, mejor sería que la hiciese bien. Para esto tendría que aprender algo de filosofía. Su problema no es, pues, cómo evitar la filosofía, sino cómo dar con una filosofía que pueda ayudarle en su trabajo profesional. La receta es obvia: debe echar un vistazo a las filosofías rivales y, antes de optar por una de ellas, debe ponerlas a prueba en su trabajo diario. Pronto verá qué ideas filosóficas le convienen y cuáles obstaculizarán su actividad profesional.

Hasta aquí hemos señalado algunos supuestos e implicaciones filosóficos de diversas técnicas. En lo que sigue nos ocuparemos brevemente del aspecto moral. La moral de la investigación científica es simple: se reduce a la honestidad intelectual. El auténtico investigador científico no falsea sus resultados ni los roba; no disimula las dificultades y las dudas (sobre todo si ya ha obtenido un puesto permanente); y no emplea una jerga obscura para hacer creer que es profundo antes que ignorante (Desde luego que de vez en cuando aparecen individuos que violan estas reglas morales, pero terminan por ser desenmascarados como malos científicos: no hay buena ciencia sin buena conducta). En definitiva, la moral de la ciencia es interior: no es impuesta desde fuera. Puede llamársela endomoral. El investigador científico no tiene sino un deber para con la sociedad: buscar y difundir la verdad.

En cambio, el técnico enfrenta problemas morales mucho más complicados, como ha sido notorio desde la emergencia de la ingeniería nuclear. La responsabilidad moral y social del técnico es muchísimo más pesada que la del investigador científico, porque el primero diseña o controla la fabricación o el funcionamiento de artefactos o de organizaciones que pueden perjudicar a la gente, sea directamente, sea a través de su impacto sobre el ambiente.

Por ejemplo, mientras el físico nuclear sólo intenta descubrir la composición de los núcleos atómicos y las fuerzas que los mantienen unidos, así como los mecanismos de las reacciones nucleares, el ingeniero nuclear puede diseñar o dirigir la fabricación de bombas nucleares, o de centrales electronucleares, las cuales plantean graves problemas prácticos cuya solución aún no se vislumbra.

El investigador no sabe de antemano qué va a descubrir; si lo supiera, no emprendería su investigación. Sólo sabe que, si tiene éxito, habrá producido un trozo de conocimiento nuevo, el que probablemente carecerá de utilidad práctica. En cambio, el técnico sabe de antemano qué clase de cosa o proceso intentará diseñar o controlar: herramienta o máquina, edificio o puente, red eléctrica o reacción química,

nueva variedad de cereal o de bacteria, empresa o programa social, etc. La mayor parte de las veces lo sabe porque es lo que le han encargado: su empleador le da una forma «diseñe un artefacto (o proceso u organización) conforme a las especificaciones contenidas en este pliego».

Es cierto que la contribución del investigador científico podrá ser ocasionalmente de utilidad para la técnica. Pero en la enorme mayoría de los casos es imposible predecir la utilidad práctica de un resultado científico. Recuérdese que Lord Rutherford, el padre de la física nuclear, negó resueltamente la posibilidad de explotar la energía del núcleo atómico. Crick y Watson, los descubridores del llamado código genético, no imaginaron que su trabajo constituiría la base de la ingeniería genética (usualmente mal llamada biotecnología).

El técnico no emprenderá el diseño de un artefacto, proceso u organización que no prometa ser de alguna utilidad para alguien. Por lo tanto debería preguntarse quién se beneficiará con su trabajo: ¿su empresa, el Estado, la humanidad, o nadie? Este problema no se le presenta al investigador científico: si éste hace una contribución original al conocimiento, por modesta que sea, todo el mundo se beneficiará con ella. Si es competente no puede ser un malefactor, mientras que un técnico competente puede serlo. Oppenheimer y Teller fueron benefactores de la humanidad mientras se limitaron a hacer física. En cuanto se convirtieron en aprendices de brujo sometidos a la voluntad de militares pasaron a la categoría de malhechores.

La ciencia pura no puede dañar, pero la técnica puede allegar medios para dañar. Contrariamente a la ciencia, que no se rige sino por su moral interna, la técnica se rige por dos códigos morales, el uno interno y el otro externo. El primero, o endomoral de la técnica, se parece al de la ciencia. La única diferencia entre la endomoral de la técnica y la moral de la ciencia es que el técnico está tácita o explícitamente autorizado a robar ideas. Lo hace cada vez que hace pequeñas modificaciones en un diseño creado por otro, a fin de burlar la ley de patentes. Estos dolos, grandes o peque-

ños, son aceptados universalmente pese a que perjudican a los propietarios de las patentes originales. El espionaje industrial es una profesión reconocida y bien remunerada.

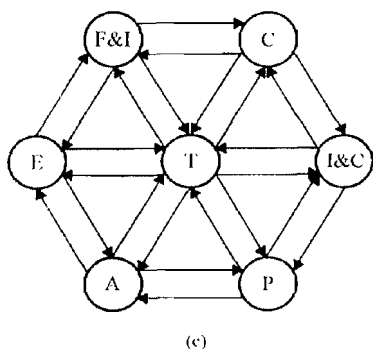
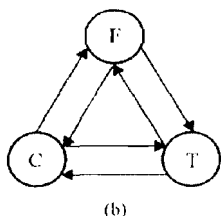
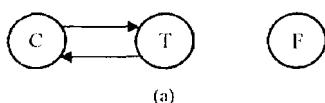
Podría sostenerse que los espías industriales son benefactores de la humanidad porque contribuyen a la socialización de la innovación técnica. En cambio, las comunidades científicas castigan a los plagiarios y tienen razón en hacerlo. Los motivos de estas diferencias son obvios: (a) mientras que para la ciencia la verdad es tanto fin como medio, para la técnica no es sino un medio; (b) mientras que los resultados científicos no tienen, en sí mismos, sino un valor cultural y pertenecen a la humanidad, las patentes técnicas son mercancías. Se puede vender una innovación técnica, pero no se puede vender un teorema, una hipótesis científica o un dato experimental. En resumen, contrariamente a la ciencia, que es un bien exclusivamente cultural y público, la técnica es tanto un bien cultural como una mercancía.

Lo que llamo la *exomoral* de la técnica es el conjunto de las normas morales que debieran regular el ejercicio de las profesiones técnicas para que éstas sirvan al público en lugar de servir exclusivamente a intereses particulares. El primer ejemplo histórico de exomoral técnica es el juramento hipocrático de los médicos. Desgraciadamente, algunos sindicatos de médicos, especialmente la tristemente famosa American Medical Association, han violado este juramento al oponerse a la socialización de la medicina.

Como es sabido, hasta hace poco las asociaciones de ingenieros sólo sostenían una moral profesional interna. En el curso de los últimos años algunas asociaciones de ingenieros han agregado algunas cláusulas referentes a la protección del interés público, en particular a la preservación del ambiente. Sin embargo, estas normas no pasan de ser deseos piadosos, porque el ingeniero no goza de libertad ni de poder. Como se dice en inglés, *the engineer is on tap, not on top*, o sea, no dispone sino que está a disposición. En efecto, el ingeniero y, en general, el técnico es, o bien empleado de una empresa privada o del Estado, o bien trabaja por cuenta propia, en cuyo caso está a merced del

mercado. En ambos casos sólo tiene libertad para concebir proyectos irrealizables y, por ende, de morir de hambre. En particular, si rehúsa trabajar en proyectos antisociales arriesga su empleo, sobre todo si alerta a la opinión pública.

¿Qué hacer? No hay solución viable para el individuo aislado. Las asociaciones profesionales que debieran protegerle son demasiado débiles, o tienen líderes demasiado prudentes, para afrontar a las potencias económicas y políticas que dominan a la sociedad industrial. La única solución práctica es el control democrático de la técnica, es decir, la participación de la ciudadanía en el proceso de decisión acerca del tipo de cosas (o procesos u organizaciones) que quiere que los técnicos diseñen o controlen.



a) La concepción tradicional: la filosofía (F) es ajena al sistema compuesto por la ciencia (C) y la técnica (T).

b) Primera aproximación: la filosofía (F), la ciencia (C) y la técnica (T) forman un sistema.

c) Segunda aproximación: la filosofía, junto con la ideología (F&I), la ciencia (C), la industria y el comercio (I&C), el público (P), el arte (A) y el Estado (E) interactúan fuertemente con la técnica (T), constituyen un sistema.

No se trata de someter toda invención al voto popular: este procedimiento sería demasiado lento y costoso, y podría someter la técnica al poder de demagogos que podrían persuadir a la mayoría de que tal proyecto técnico, de hecho dañino, debiera ejecutarse, en tanto que tal otro proyecto, de hecho beneficioso, debiera ser abandonado. Tampoco es cuestión de apostar un policía moral detrás de cada técnico, ya que este procedimiento asfixiaría la creatividad del técnico. Para ser eficaz, el control democrático de la técnica debe ser racional: debe involucrar a un público ilustrado, así como a técnicos, políticos, burócratas y administradores de empresas. La técnica sin democracia es peligrosa, y la democracia sin técnica es ineficaz.

Dicho de otro modo, se trata de combinar la democracia con la técnica, construyendo un orden social tecnodemocrático o, si se prefiere, demotécnico. Evidentemente, semejante reconstrucción de la sociedad no se podría efectuar de la noche a la mañana. Tampoco podría emprenderse sin planes que abarcasen todos los aspectos de la sociedad. Más aún, tales planes tendrían que ser flexibles, debieran ser formulados con la participación de todos los interesados, discutidos públicamente, y finalmente votados democráticamente. Se objetará que todo esto es utópico. Es verdad. Pero habrá que convenir en que el desarrollo incontrolado de la técnica nos ha llevado al borde del abismo, y que queda poco tiempo para salvamos del desastre final.

Para darse cuenta de la gravedad de la situación basta hacer una breve lista de megaproblemas: la carrera armamentista (que prosigue pese a la distensión de las relaciones internacionales), el deterioro del ambiente, el agotamiento de recursos no renovables, la sobrepoblación, y la producción masiva de artículos inútiles o incluso dañinos, sin hablar de los problemas tremendos del Tercer Mundo, donde casi cuatro de cada cinco seres humanos viven en la pobreza, la ignorancia, el miedo y la desesperanza.

Dado que la supervivencia de la especie humana depende de que se resuelvan estos problemas globales, es irracional e irresponsable sostener que nada puede hacerse

para resolverlos, o que puede confiarse en el ingenio de la posteridad para que resuelva los problemas que le vamos a legar. A menos que se actúe rápidamente, es posible que ni siquiera haya posteridad.

Si se quiere asegurar la supervivencia de la humanidad es preciso afrontar los problemas del control de la técnica junto con los problemas globales, en particular los del armamentismo, el deterioro del ambiente, el agotamiento de los recursos no renovables y la superpoblación. ¿Cuál puede ser la contribución de los científicos y los técnicos a esta problemática? Ya ha sido considerable en lo que respecta al reconocimiento de esos problemas. Pero podría ser mucho más importante, puesto que la única manera racional y responsable de abordarlos es comenzar por estudiarlos a la luz de la ciencia y de la técnica, en lugar de culparlas y de proponer el retorno a la vida primitiva.

Esto no implica que sea preciso dejar esos megaproblemas en manos de especialistas. El especialista suele tener una visión monocular o sectorial, y los problemas de que se trata tienen numerosas facetas. En efecto, cada uno de los problemas que pone en peligro la supervivencia de la especie humana atañe a la vez al ambiente, la salud, la economía, la cultura y la política. Por consiguiente, sólo un equipo multidisciplinario puede tratar estos problemas como lo que son, o sea, componentes de un sistema. En otras palabras, los problemas globales sólo tienen soluciones globales, por lo cual es preciso abordarlos de manera sistémica.

Comenzamos afirmando que la técnica ocupa un vértice del triángulo técnica-ciencia-filosofía. Pero una discusión esquemática de los problemas globales que ponen en peligro la supervivencia de la humanidad nos ha mostrado que la técnica también forma parte del triángulo técnica-industria-Estado.

Hay más: la técnica también interactúa con el arte, sobre todo en los casos del diseño industrial, la publicidad y la arquitectura. Y también interactúa con la ideología, que unas veces ilumina y las más de las veces obscurece

los objetivos de la actividad técnica. Pero en la práctica la ideología está ligada a la filosofía, ya que el núcleo de toda ideología es una filosofía. Por este motivo, para simplificar se puede considerar el par ideología-filosofía como una unidad, a condición de que se recuerden las diferencias entre filosofía e ideología. (La filosofía es un campo de investigación teórica sin miras prácticas, en tanto que la ideología es un sistema de creencias que, como la técnica, apunta a la acción.)

En resolución, se puede afirmar que la técnica, lejos de ser autónoma, ocupa el centro de un hexágono cuyos vértices son el Estado, el público, la industria, el arte, el par filosofía-ideología y la ciencia. La técnica forma parte, pues, de un sistema complejo y dinámico, cuyas componentes están acopladas entre sí y se modifican mutuamente. (En rigor, para que el hexágono sea un sistema es preciso que sus componentes sean homogéneos. Esto se logra concibiendo la técnica, la ciencia, el arte y el par filosofía-ideología como sus respectivas comunidades.) Véase la figura 1.

El técnico que no vea el hexágono corre el riesgo de aburrirse y, lo que es más grave, de cometer errores costosos para él mismo, su empleador o la sociedad. En cambio, quien perciba el hexágono íntegro podrá gozar mejor de la vida y podrá ayudar mejor a vivir. A fin de cuentas, en mi opinión la moral suprema debiera ser «Goza de la vida y ayuda a vivir.»

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Las tesis filosóficas sostenidas en este artículo se desarrollan en detalle en los siguientes tomos de la obra del autor, *Treatise on Basic Philosophy* (Dordrecht y Boston: Reidel, 1974- 1989): 6º Tomo: *Understanding the World* (1983). 7º Tomo: *Philosophy of Science and Technology, Part II: Life Science, Social Science and Technology* (1985). 8º Tomo: *Ethics: The Good and the Right* (1989).

POR UNA TECNOÉTICA*

Se acabaron los tiempos del derecho divino de los reyes o de cualesquiera otros individuos, sean propietarios, administradores, líderes sindicales, sociales, políticos, burócratas, tecnólogos o académicos. En todo el mundo se está poniendo en tela de juicio la autoridad absoluta e infundada: vivimos un tiempo iconoclástico. Más aun, nadie reconoce derechos sin deberes ni privilegios sin responsabilidades. A cada cual se le tiene por responsable de lo que hace y aun de lo que no hace cuando debería actuar. Y las responsabilidades no se contraen con algún dios o soberano a distancia conveniente, ni siquiera con el pueblo anónimo, sino con personas determinadas: pares subordinados, vecinos, e incluso seres humanos del futuro.

Más aún, las viejas separaciones entre distintas clases de responsabilidad —moral, profesional, social, etc.— están siendo anuladas. Estamos empezando a advertir que la separación de responsabilidades no es sino una manera de eludir la responsabilidad total y por lo tanto una hoja de parra de la delincuencia. Una persona que está a cargo de algo, sea una máquina u otro individuo, no está compuesta

* Leído en el Simposio Ethics in an age of pervasive technology, Technion, Haifa, diciembre de 1974.

de un cierto número de entes morales sino que es una única persona armoniosamente. El ser un progenitor afectuoso no exculpa el crimen; el ser un ingeniero competente no confiere derechos de piratería sobre el ambiente; el ser un administrador eficiente no da derecho a oprimir al prójimo. Todo ser humano tiene un número de responsabilidades entrelazadas y cada una de ellas es tan personal e intransferible como la alegría o el dolor.

En este artículo examinamos algunas de las responsabilidades especiales del tecnólogo en nuestra era de tecnología total. Defenderemos la tesis de que el técnico, al igual que cualquier otro individuo humano, es personalmente responsable de lo que hace, y es responsable ante la humanidad íntegra, no tan solo ante sus empleadores. Sostendremos también que el tecnólogo tiene el deber de enfrentar sus propios problemas morales y meditar sobre ellos. Y sostendremos que está particularmente capacitado para hacerlo, ya que puede abordar los problemas morales, y aun la teoría de la moralidad, o sea, la ética con la ayuda de un enfoque y de un conjunto de herramientas ajenos a la mayoría de filósofos y que prometen producir la tecnoética que no se han dignado a elaborar los filósofos profesionales. Para mostrarlo propondremos una teoría de los valores que permita sopesar medios y fines, así como conseguir las normas morales a imagen y semejanza de las reglas tecnológicas.

1. Las responsabilidades del tecnólogo

Échese un vistazo en derredor y se reconocerán de inmediato las profesiones que más han contribuido a moldear la sociedad industrial, sea capitalista o socialista. Son los científicos, los ingenieros y los administradores (incluidos los hombres de estado). Los primeros han suministrado el conocimiento básico, los ingenieros han utilizado éste para diseñar sus obras, y los administradores han organizado la mano de obra que ha llevado a la práctica muchos diseños. El resultado de las labores de estos grupos está a la vista: es una nueva clase de sociedad, que puede llevar a

la humanidad sea a un nivel evolutivo más elevado, sea a una rápida extinción.

Sin embargo, paradójicamente, el sociólogo nos informa que, en su conjunto, los científicos, tecnólogos y administradores —esto es, los principales artífices de la sociedad moderna— no se sienten limitados ni inspirados por responsabilidades morales o sociales extraprofesionales.

En particular, el técnico parece indiferente o insensible ante tragedias en gran escala pero evitables, tales como la desocupación, la miseria, la iniquidad, la opresión, la guerra, la mutilación de la naturaleza, el desperdicio de los recursos naturales, o la degradación de la cultura por los medios de comunicaciones de masas.

Participen o no en la generación de calamidades, la mayoría de los científicos, tecnólogos y administradores se lavan las manos y cierran los ojos ante el sufrimiento y a la miseria. Lo que es peor, su posición en la sociedad es tal que deben hacerse los ciegos morales si pretenden funcionar con eficacia. En efecto, un profesional no puede trabajar eficientemente si permite que lo distraigan los clamores de desesperación: debe recluirse en su oficina o en su laboratorio si ha de proseguir con su trabajo, sea éste investigar, diseñar u organizar (a menos que su trabajo consista precisamente en aliviar calamidades o al menos prevenirlas).

Es verdad que algunos cuerpos profesionales han imitado a los médicos adoptando códigos morales que regulan su propio trabajo. Pero la mayor parte de estos códigos se limitan a las responsabilidades profesionales, de modo que dejan amplio margen a la irresponsabilidad. Se ocupan de las minucias, no de los problemas mas graves. Por consiguiente el científico se siente libre de proseguir su investigación suceda lo que sucediere; el ingeniero, de ir adelante con sus proyectos sin que le importe qué o quién pueda desaparecer; y el administrador, de fomentar la producción o las ventas sin ocuparse de las consecuencias para el prójimo.

En definitiva, apenas hay frenos externos que puedan internalizarse para impedir que el científico, el ingeniero y el administrador emprendan actividades profesionales moralmente objetables o socialmente dañinas. El que se comporte bien para con sus semejantes queda librado a su conciencia moral o, lo que es peor, a la de sus superiores. Desgraciadamente la conciencia, habitualmente despierta en cuestiones privadas y profesionales, está más bien somnolienta cuando se trata de afectar las vidas anónimas de los demás.

Me apresuro a aclarar que no estoy tomando partido por los enemigos de la ciencia y de la tecnología. No hay nada que sea inherentemente malo en la ciencia, la ingeniería o la administración; por lo tanto no se trata de volver a la sociedad preindustrial. Pero puede haber mucho de malo en las metas a que se hace servir a la ciencia, la tecnología o la administración, así como en algunos de los efectos colaterales que acompañan a la mejor de las metas. Si los fines son malos, como sucede con el genocidio, la opresión de grupos o naciones, la estafa a los consumidores, el engaño al público, o la corrupción de la cultura, entonces está claro que quienquiera que los sirva comete maldades aun cuando no sean sancionadas legalmente. En este caso el científico, ingeniero o administrador es un mero instrumento.

Los instrumentos son moralmente inertes y socialmente irresponsables. Por consiguiente, cuando actúa como herramienta, el científico, ingeniero o administrador rehusará asumir responsabilidades a menos que fracase en su cometido (aunque no rehúsa los honores si tiene éxito). Si le reprocha su acción se proclama inocente o excusa sus actos sosteniendo que ha actuado bajo órdenes (*Befehlnotstand*); los hay quienes reaccionan con indignación. Obviamente, su actitud se debe, sea a un exceso de humildad, sea a un exceso de arrogancia. En el primer caso se arrastra ante sus superiores, en el segundo se eleva por encima de la humanidad ordinaria; en ambos casos obra indecentemente.

El científico, ingeniero o administrador podrá lavarse las manos pero esto no lo libera de sus deberes morales

y responsabilidades sociales, no sólo como ser humano y ciudadano sino también como profesional. Y esto porque, insistamos, los científicos, ingenieros y administradores son más responsables que cualquier otro grupo ocupacional del estado en que está el mundo. No se puede manipular el mundo como si fuera un trozo de arcilla, negándose al mismo tiempo a asumir la responsabilidad por lo que se hace o se rehúsa a hacer, particularmente si la pericia del experto en cuestión se necesitan para reparar los daños que ha hecho o al menos para evitar daños futuros. En suma, el ingeniero y el administrador, precisamente porque ejercen un poder enorme o contribuyen al poder de modo decisivo, tiene una responsabilidad moral y social mayor que el común de los mortales. Siendo así, mejor que la miren de frente, porque llegará el momento en que les pediremos cuentas.

2. El técnico desgarrado por intereses conflictivos

Supongamos que un equipo de ingenieros está a cargo del diseño y construcción de una planta industrial ¿Qué se espera de ellos? Mucho:

A: La administración espera una planta eficiente y provechosa.

T: Los trabajadores esperan obtener buenas condiciones de trabajo.

V: Los vecinos esperan que la planta no contamine el ambiente.

P: Los colegas profesionales esperan un diseño, ejecución y operaciones técnicamente avanzados.

C: Los consumidores esperan *productos* útiles a precios razonables.

Además, los desocupados esperan una nueva fuente de trabajo; los proveedores, órdenes de suministros; los bancos, un nuevo cliente; y el gobierno, una nueva fuente de ingresos o acaso una nueva suma de subsidios.

El ingeniero puede ignorar algunas de estas expectativas y demandas pero no todas, tanto más por cuanto no son todas mutuamente compatibles. Por ejemplo, si la administración exige y obtiene costos mínimos junto con beneficios máximos, entonces todos los otros grupos afectados por el proyecto se sentirán perjudicados. Por lo tanto el ingeniero ignorará algunos grupos, favorecerá a otros, e intentará hacer compromisos con otros más. Evidentemente, al tomar decisiones de este tipo el ingeniero *plantea y resuelve problemas morales*. Y lo hace adoptando, tácita o explícitamente, algún código moral.

Todo código moral se reduce a una ordenación de intereses o, para decirlo de manera más elegante, los códigos morales ordenan valores. Para abreviar, escribamos ' $A > B$ ' para designar la proposición "A es preferible a B", o "hay un individuo o grupo para el cual el valor de A es mayor que el valor de B". Entonces nuestros ingenieros se enfrentan con diversos códigos morales, entre ellos los siguientes:

Moral del interés privado: A supera a todos los demás.

Moral del interés profesional: P supera a todos los demás.

Moral del interés público: $C > V > T > A > P$.

La elección entre estas posibilidades dependerá del código moral global de los decisores. Y quiénes sean los decisores depende a su vez del tipo de empresa y de sociedad. En la sociedad ideal —que, naturalmente, no existe— prevalece la moral del interés público, de modo que los ingenieros y administradores (en particular los políticos) son servidores de la comunidad. Pero no discutamos este punto controvertido en este momento: lo que interesa para nuestros propósitos inmediatos es que todo técnico, en cualquier sociedad, enfrenta conflictos de intereses y toma decisiones morales que concuerdan con ciertos códigos morales pero no con otros. En resumen, el técnico —sea ingeniero o administrador— es un agente moral aun cuando sus decisiones y actos sean tachados de inmorales por

aquellos que son perjudicados por sus decisiones y actos. Y como bien es sabido, el tecnólogo puede hacer daño, sea poniendo buena tecnología al servicio de malas metas, sea empleando tecnología inherentemente perversa. Pero este último concepto merece un párrafo aparte.

3. No toda tecnología es buena

Toda ciencia pura es buena o al menos indiferente ya que, por definición, se ocupa sólo de mejorar nuestros modelos del mundo, y el conocimiento es un bien intrínseco. En cambio, la tecnología se ocupa de la acción humana sobre cosas y personas. Esto es, la tecnología da poder sobre cosas y seres humanos, y no todo poder es bueno para todos. Basta pensar en la tanatología, o tecnología de la muerte: el diseño de estrategias y tácticas de agresión, de armamento y defoliantes, de campos de exterminio, etc. Todo esto es intrínsecamente nulo según cualquier código moral excepto el de los asesinos de masas. Y cualquiera que se el resultado colateral beneficioso, es muchísimo menos que sus efectos nocivos: la destrucción de vidas humanas, la desintegración de lazos familiares y de amistad, el aumento de la agresividad, la violencia y la insensibilidad, y la mutilación del ambiente.

Por cierto que las personas, grupos y naciones tienen el derecho de defenderse de agresores y opresores, si es necesario por la fuerza de las armas. Pero si confían la defensa, cosa política, en manos del tanatólogo, éste podrá aconsejar el ataque como la mejor de las defensas. Y hoy día, con la emergencia de un sistema internacional casi monolítico, cualquier guerra local puede arrastrar a toda un área y aun a todo el mundo, en cuyo caso, dado el almacén de bombas nucleares, la especie humana podrá ser barrida para siempre. Aunque estas son trivialidades, es preciso repetirlas no sólo porque hay que hacer algo para disminuir el peligro de cualquier guerra sino también porque la guerra moderna es eminentemente tecnológica, lo que nos recuerda que no toda tecnología es buena.

Por ser moralmente ambigua, la tecnología debiera estar bajo control en lugar de permitirse que se desarrolle sin trabas en beneficio de los grupos económicos o políticos que puedan pagarla. En otras palabras, es preciso tener al tecnólogo por responsable, no sólo técnica sino también moralmente, por todo lo que diseñe o ejecute. No sólo debe exigirse que sus artefactos sean óptimamente eficientes sino también que, lejos de ser maléficos, sean beneficiosos y esto no sólo a la corta sino también a la larga. Y no se nos venga con el cuento de que sólo los agentes libres pueden ser considerados moralmente responsables, de modo que un técnico que actúe bajo órdenes es inocente: ésta fue, precisamente, la defensa de Adolf Eichmann. Si se le ordena hacer algo dañino, el tecnólogo es libre de rehusarse a acatar la orden; si es necesario puede renunciar a su puesto o puede sabotear su propio trabajo o puede combatirlo. Por supuesto que podrá ser castigado por desobedecer. Pero esto es parte del juego de la vida humana —de toda vida— en sociedad—en cualquier sociedad. Cuanto más responsable es un puesto, tanto más riesgoso es, pero también es tanto más gratificador.

El técnico es moralmente responsable por sus actos profesionales porque estos, lejos de ser espontáneos, resultan de decisiones deliberadas y racionales a la luz (o a la oscuridad) de algún código moral. El tecnólogo es responsable de su trabajo profesional y es responsable *ante* todos aquellos que son afectados por él, no solamente ante su empleador. El tecnólogo que se empeña a agrandar tan sólo a su patrón ignorando los intereses de todos los demás es un mero cómplice o instrumento, más que un profesional íntegro que enfrenta todas sus responsabilidades. Así como el buen político (exitoso o fracasado) hace buen uso del poder, así también el buen tecnólogo hace buen uso de su conocimiento y de su pericia, que es su uso para bien de la humanidad. Y esto no es mera retórica, ya que si queremos sobrevivir, debemos tratar de evitar los desastres, de magnitud creciente, provocados con ayuda de la tecnología. No me refiero tan sólo a los efectos de la tecnología intrínsecamente perversa sino también al uso moralmente objetable

y técnicamente miope de tecnología potencialmente buena. Baste mencionar la pavimentación en gran escala de tierras fértiles, la combustión desenfrenada de combustibles fósiles, la destrucción de bosques para confeccionar esos catálogos comerciales llamados periódicos, y el robo del aire y del agua.

Todo proyecto tecnológico en gran escala tiene un fuerte impacto sobre la naturaleza y la sociedad. (Baste pensar en los cambios biológicos y sociales producidos por la construcción de un dique, sin hablar del rediseño de una ciudad.) Por ello, si se han de minimizar los efectos nocivos de cualquier proyecto de tal magnitud, su diseño no debiera dejarse exclusivamente en manos de ingenieros, particularmente si estos están ansiosos por agradar a sus empleadores (sean estos empresarios o políticos). La comunidad afectada por el proyecto tiene el derecho de someterlo al control de otros especialistas, tales como sociólogos aplicados, funcionarios de salud pública, urbanistas, conservacionistas, etc., al punto de poder vetar el proyecto íntegro si sus efectos negativos pueden sobrepasar sus beneficios sociales. No se trata de frenar el desarrollo tecnológico sino de impedir que el progreso en algún respecto (p.ej. diseño) bloquee el progreso en otros aspectos.

Dada la estrecha relación entre los aspectos físico, biológico y social de cualquier proyecto tecnológico en gran escala, la tecnología avanzada y en gran escala no debe ser unilateral, no debe ponerse al servicio de intereses estrechos, miopes, y libres de control moral: es preciso que dicha tecnología, por ser multilateral, tenga una orientación social, sea concebida a largo plazo, y sea sujeta a controles morales. Pero nada de esto será posible mientras el tecnólogo se considere a sí mismo como mero empleado y se escude tras la dirección económica o política. El tecnólogo, para ser un buen tecnólogo, debe considerarse a sí mismo como delegado y como líder. En otras palabras, la tecnología competente, socialmente beneficiosa e inspirada moralmente, exige una *tecnología global*, o sea, el dominio de los expertos en todos los campos de la acción humana. Pero este es otro asunto.

4. La tecnología como fuente de inspiración para la ética

Es más fácil amonestar al científico o al tecnólogo por no cumplir con su deber moral, que recomendarle la lectura de un tratado de ética. En efecto, la filosofía moral, o ética, está subdesarrollada al punto de que ignora los problemas especiales que plantean la ciencia y la tecnología. Más aún, la ética no podrá atacar estos problemas a menos que aprenda algo de la ciencia y de la tecnología. Paso a esbozar tres lecciones que la ética debiera aprender de la tecnología contemporánea.

La primera lección es que la distinción clásica entre el ser y el deber ser no puede conservarse en vista de los adelantos de la psicología post-conductista y de la cibernética. En efecto, hemos aprendido que todo sistema de control, sea una hornalla provista de termostato o un organismo dotado de sistema nervioso, tiene un *deber ser* embutido en forma de un conjunto de estados finales ("meta") que el sistema trata de alcanzar o conservar. Todo sistema de este tipo se comporta de manera tal que su ser tiende a su *debe ser* de modo que se reduce gradualmente la diferencia entre ambos. Análogamente, el estudio de la motivación en animales superiores, tales como las ratas, ha mostrado que seleccionan una meta y proceden a alcanzarla por ensayos sucesivos, hasta alcanzar la coincidencia entre el ser y el deber ser. Las lecciones para la ética son: (a) no todo deber ser es ideal o inalcanzable; (b) no todas las metas son elevados ideales.

Otra lección que la ética debiera aprender de la ciencia y de la tecnología es que hecho y valor, lejos de ser incompatibles, se unen en la acción, y que esta síntesis es consagrada por ciertas teorías de la acción humana tales como la teoría estadística de la decisión. Pero antes que la ética pueda aprender esta lección deberá abandonar la doctrina idealista según la cual el valor, y en particular el bien, son entes autónomos. Basta estudiar el comportamiento de los animales superiores para convencerse de que los valores

no son entes sino propiedades que el organismo asigna a ciertos entes. Así, por ejemplo, no existe El Bien, sino más bien un conjunto de cosas y acontecimientos que un animal superior evalúa como buenos. (En otras palabras, todo valor es el valor que toma una función de valuación, cuyo dominio es el conjunto de cosas o de acontecimientos que son objeto de valuación.) Cuando se reconoce que los valores resultan de la actividad cualitativa de un organismo, dejan de ser disyuntivos de los hechos para convertirse en *aspectos de ciertos hechos*. Más aun, en la teoría de la decisión los valores se unen a otra propiedad de los hechos, a saber, su probabilidad. En efecto, la definición misma de decisión racional como aquella que maximiza el valor subjetivo (utilidad) involucra tal síntesis de hecho y valor.

La tercera lección que el filósofo moral puede aprender de los científicos es la manera de concebir las normas morales. Tradicionalmente éstas se han considerado no como proposiciones sino como prohibiciones o exhortaciones y, por lo tanto, como existentes por encima del mundo de los hechos y por debajo del mundo de la razón. Tanto es así que, se aduce, las normas morales deben sujetarse a una lógica especial, a saber, la lógica deóntica. Esta opinión es inaceptable para un naturalista que considere la razón y el valor como otras tantas hipóstasis o reificaciones de ciertas actividades organizmicas, a saber, el razonamiento y la valuación respectivamente. También es inaceptable para un racionalista tanto como para un empirista, ya que ambos quisieran que las reglas morales fuesen sujetas a un control distinto de la autoridad o la tradición. Efectivamente, un imperativo tal como *¡harás X!*, o *¡no harás y!*, parece impermeable a la razón y a la experiencia.

Ya nos han dado demasiadas órdenes: es hora de tratarnos a nosotros mismos como a agentes racionales y responsables capaces de adoptar, discutir y rechazar *reglas fundadas de conducta*. Y esto es precisamente lo que hace la tecnología. Así, p.ej., cuando a un ingeniero se le encomienda el diseño de una usina eléctrica, no da una orden tal como “¡hágase la corriente eléctrica!”. En lugar de esto, utiliza su

conocimiento y su ingenio para diseñar un proyecto que pueda resistir un examen crítico. Sus recomendaciones o normas finales no son puntos de partida ciegos sino resultados de su trabajo intelectual. Por consiguiente sus conclusiones no son imperativos categóricos, ni siquiera imperativos condicionales. Son condicionales de las formas *Si A produce B, y valoras B, escoge o haz A*, y *Si A produce B, y en cambio C produce D, y prefieres B a D, escoge o haz A en lugar de C*. En resumen, las reglas a que llega el tecnólogo están basadas tanto sobre un conocimiento de los hechos como sobre juicios de valor. Propongo que ésta es la manera en que debieran concebirse las reglas morales, esto es, como reglas de conducta derivadas de enunciados científicos y juicios de valor. En suma, la ética podría concebirse como una rama de la tecnología humana. En el párrafo siguiente se esbozará la manera de llevar a la práctica este proyecto filosófico.

5. *Ethica more technico*

Una regla tecnológica se reduce a una fórmula de la forma *Para lograr F hágase M*, o *Para evitar F evítese hacer M*, donde 'M' representa un medio hacia una finalidad F.¹ En ambos casos la regla, lejos de ser arbitraria, se funda en alguna ley natural o social de la forma *Si M entonces F* (siempre o con una probabilidad fija). Puesto que no hay variables (propiedades) aisladas tampoco hay sucesos aislados; por esto todo medio y toda finalidad son de hecho conjunciones de ítems, no ítems elementales o simples. Esto vale en particular para las metas: dado que toda acción tiene efectos laterales, toda meta está acompañada de efectos laterales, algunos de los cuales son disvaliosos. Por consiguiente conviene incluir estos últimos en la formulación anterior. Obtenemos así

Ley: Si M entonces F y L.

Reglas: Para lograr F y L, hágase M. Para evitar F y L no se haga M.

¹ Para una teoría de las reglas véase M. Bunge, *La investigación científica* (Barcelona: Ariel, 1969).

Las reglas de este tipo, permítasenos repetirlo, combinan conocimiento científico con evaluaciones explícitas. El primero consiste en la ley subyacente. Y la componente axiológica consiste en que *M*, *F* y *L* no son meros hechos sino hechos evaluados por alguien. Sugiero que una *regla moral racional* tiene exactamente la misma estructura que una regla tecnológica, en el sentido de que ambas descansan sobre leyes científicas y evaluaciones explícitas.

Abandónese la exigencia de que una regla debiera fundarse sobre una ley científica y se tendrá una regla empírica, sea tecnológica o moral, desligada del cuerpo de conocimientos científicos, y por ello tan indefensa como inmune a la crítica excepto a lo que respecta a su eficacia. Si se abandona en cambio el requisito de la evaluación explícita, se podrá subestimar los efectos laterales e incluso confundir fines con medios. En particular, si no se tasan los medios se obtiene, sea una tecnología exorbitantemente costosa, sea una moral inhumana. Más aun, sugiero que la formulación y el uso de reglas tecnológicas es inseparable de consideraciones morales. En efecto, sería técnicamente equivocado, y moralmente erróneo, proponerse metas que, por buenas que sean, valen mucho menos que los medios nocivos o los efectos laterales negativos. Por consiguiente más de un error técnico es un tropiezo moral. En la era de la tecnología, errar y pecar se están tornando equivalentes.

Es de suponer que el partido anticientífico objetará que, por más ciencia y tecnología que se inyecten en la toma de decisiones, siempre quedará un residuo arbitrario e irracional, a saber, la evaluación. Esta objeción descansa sobre el supuesto falso de que los valores trascienden a los hechos (recuérdese el parágrafo 4) y sobre la ignorancia de que en tecnología avanzada y administración de empresas (privadas o públicas) todos los días se hacen evaluaciones de modo explícito y se las discute. Más aun, la teoría de la decisión, que involucra valores (utilidades), se usa ocasionalmente en esos campos. Lo que es cierto es que los valores en cuestión son valores subjetivos o utilidades, en tanto que una teoría plenamente racional de la acción debiera usar

también valores objetivos. Si dispusiéramos de una teoría de valores objetivos estaríamos en mejor posición para tomar decisiones racionales y argüir acerca de ellas. El que semejante teoría es factible se verá en seguida.

6. Hacia una axiología de medios, fines y efectos laterales

Esbozaremos a continuación una teoría de los valores que puede servir para sopesar medios, fines y efectos laterales, ayudando así a hacer, adoptar o rechazar reglas de conducta técnicamente factibles y moralmente correctas.

Sea S un conjunto de objetos que puedan ser evaluados por alguien en algún respecto, p. ej. por su utilidad práctica, o bien por su valor cultural. Los miembros de S son cosas o estados de cosas o sucesos, en particular acciones humanas. Algunos miembros de S tendrán inversos únicos, otros no. Por ejemplo, si ' b ' representa el dar, su inverso $\bar{b}$ representa el quitar (no el no dar, que no es una acción). Y si ' b ' representa el escribir, ' $\bar{b}$ ' representará el borrar lo escrito. Cuando un elemento x de S posee un inverso único $\bar{x}$, entonces o bien x seguido de $\bar{x}$, o $\bar{x}$ seguido de x será igual al elemento neutro e . Más aun, como se acaba de sugerir, algunos miembros de S se combinan para formar objetos compuestos. Si x e y son miembros de S , y se combinan, el objeto resultante de su combinación se denotará ' $x + y$ '. Supondremos que esta operación binaria $+$, cuando está definida, es asociativa, o sea, que $x + (y + z) = (x + y) + z$ para cualesquiera x, y, z que pertenecen a S y que en efecto se combinan. Mas aun, supondremos que todos los miembros de S son idempotentes, o sea, que $x + x = x$ para todo x en S . Pero, como ya se advirtió, $+$ no está definida para todo par de objetos en S . O sea, algunos compuestos no existen. Por ejemplo, si b es dar a luz, entonces $\bar{b}$ es matar, de modo que $b + \bar{b} = e$; pero en este caso $\bar{b} + b$ no está definido, o sea, no es un miembro de S , y por lo tanto no posee valor alguno. En suma, $+$ y $-$ son operaciones *parciales* en S . Por consiguiente $+$ no es conmutativa en S , o sea, $x + y$, aun si existe, no es necesariamente igual a $y +$

x . Cuando $x + \bar{x}$ existe, es igual al elemento neutro e , al que asignaremos valor nulo. Si las operaciones $+$ y $-$ fuesen totales, no parciales, o sea, si S fuese cerrado bajo combinación e inversión, la estructura relacional $\langle S, +, -, e \rangle$ sería un grupo de idempotentes. De hecho es un *grupo booleano parcial*.

(Sin duda, esta estructura algebraica es excesivamente tosca como base de una axiología. En efecto, (a) no da cuenta del caso en que un objeto tiene más de un inverso (p. ej. los antidotos de un veneno o las diversas maneras de contrarrestar una acción), y (b) confunde en la misma operación $+$ la suma (o disyunción) y el producto (o conjunción). Un reticulado parcial es una estructura más adecuada y la que adopto en otra investigación más detallada, porque distingue opciones de conjunciones, e incorpora automáticamente la idempotencia. Sin embargo, la estructura más simple nos bastará para nuestro propósito inmediato, que no es sino mostrar que la teoría de los valores puede servir como una de las dos piernas de una ética racional, siendo la otra pierna el conocimiento científico.)

Habiendo estipulado la forma en que se combinan los objetos de valuación, pasamos a estudiar como se los evalúa. Para ello introducimos una función V que se asigna a cada objeto x de S un valor $V(x)$ que, para fijar las ideas, supondremos que es un número real. (La recíproca no es verdadera: diversos objetos pueden tener el mismo valor. O sea, V no es una correspondencia biunívoca.) Esta función está definida como sigue:

- (i) *el elemento neutro tiene valor nulo, o sea, $V(e) = 0$;*
- (ii) *el bien y el mal se neutralizan recíprocamente: si tanto x como su opuesto $\bar{x}$ están en S , entonces $V(x) + V(\bar{x}) = 0$;*
- (iii) *a diferencia de la utilidad, el valor (objetivo) es aditivo: si x e y son objetos diferentes de valuación, y $x + y$ está definido (es miembro de S), entonces $V(x + y) = V(x) + V(y)$.*

Una consecuencia inmediata, o corolario, es que:

$$V(x + x) = V(x). \text{ Otra es } V(x + e) = V(x)$$

Un teorema es que $V(x + y) = -V(x) + V(y)$. Y $V(x + x) = 0$ es un corolario del anterior. Para nuestros fines inmediatos no necesitamos más consecuencias de nuestros postulados.

Apliquemos nuestra axiología a la ética, o sea, a la evaluación de medios, fines, y efectos laterales. Para esto adoptaremos la convicción de que, si p y q son proposiciones cualesquiera, entonces p es la negación de p , y $p + q$ la disyunción de p y q . Además, supondremos que las proposiciones obedecen el cálculo proposicional ordinario, y que se les aplica la función V , de modo que ' $V(p) = v$ ', donde v es un número real, significa que p vale v .

Consideremos ahora una regla racional cualquiera, sea tecnológica o moral, desde nuestro punto de vista axiológico. Se ajustará al esquema *Para lograr F y L hágase M* , cuyo fundamento es el esquema de ley *Si M entonces F y L* . (Recuérdese el parágrafo 5). Llámese c el valor o eficacia de este medio cognoscitivo y f el valor de la meta F . O sea, póngase

$$V(M \rightarrow F \& L) = c, V(F) = f$$

Nuestra tarea es desempaquetar los valores separados del medio M y el efecto lateral L , relacionándolos con c y f . Esto se logra con ayuda de la lógica. En nuestra notación,

$$M \rightarrow F \& L = \overline{M} + (F \& L), \text{ y } F \& L = \overline{\overline{F}} \& \overline{\overline{L}} = \overline{(\overline{\overline{F}} + \overline{\overline{L}})}$$

de donde

$$M \rightarrow F \& L = \overline{M} + (F + L)$$

Gracias a nuestro cálculo

$$c = V(M \rightarrow F \& L) = -V(M) - V(F + L) = -V(M + V(F) + V(L)).$$

Por lo tanto, llamando $V(M) = m$ y $V(L) = 1$, obtenemos finalmente un teorema central de nuestra ética:

$$m + c = f + 1.$$

Es decir, *los medios prácticos combinados con los medios cognoscitivos equilibran al fin combinado con los efectos laterales*. O, lo que equivalente: el insumo total o costo es igual a la salida total o beneficio. Por lo tanto el conocimiento valioso (de la relación medio-fin) puede

disminuir el costo de los medios prácticos, en tanto que el conocimiento defectuoso exige una mayor inversión en medios prácticos (Moraleja: Apóyese la investigación científica y tecnológica). Por ejemplo, si $c = 1$ entonces $m = f + l - 1$, lo que puede ser ruinoso. Y en tanto que si $c = -1$ (conocimientos totalmente erróneos), entonces $m = f + 1 + l$ lo que puede ser ruinoso. Y en todos los casos la finalidad es valiosa a condición de que también lo sea el medio. En efecto, $f > 0$ si y sólo si $m + c > l$. El bien engendra el bien, y el mal engendra el mal. Cuanto mejor el medio tanto más valioso el fin. En otras palabras, es falso que el fin justifique los medios. Tampoco es cierto que el medio justifique los fines. Medios y fines se justifican o sostienen recíprocamente, por lo cual hay que evaluarlos juntamente.

Nuestra fórmula final sugiere las siguientes reglas de conducta:

R1 Para tasar una meta, evalúesela juntamente con el efecto lateral, o sea, estímesese el valor total $f + l$.

R2 Adecúese los medios a los fines tanto técnica como moralmente: empléese solamente medios prácticos valiosos y conocimientos óptimos.

R3 Evítese toda acción cuyo resultado no equilibre al insumo, porque es ineficiente o injusta.

En resumen, en lugar de aceptar reglas empíricas en la esfera moral, podemos y debemos tratar de formar las reglas morales a imagen y semejanza de las reglas tecnológicas, o sea, sobre la base del conocimiento de los hechos y de la evaluación objetiva.

Resumen y conclusiones

(i) A diferencia de la ciencia básica o pura, que es intrínsecamente valiosa o, en el peor de los casos, carente de valor, la tecnología puede ser valiosa o disvaliosa, según sean los fines a que sirve. Por consiguiente es preciso someter la tecnología a controles morales y sociales.

(ii) La tecnología perversa sólo puede eliminarse descartando fines malos. Y los malos usos de la buena tecnología no se corrigen o evitan frenando la investigación tecnológica sino fomentando una tecnología aun mejor y haciéndola moral y socialmente sensible.

(iii) El tecnólogo, al igual que cualquier otra persona, es personalmente responsable de todo cuanto diseña, planea, recomienda o ejecuta. Por consiguiente es tan digno de elogio o de condena como cualquier hijo de vecino. Acaso más, dado el carácter racional y deliberando de sus decisiones.

(iv) El tecnólogo es responsable no sólo ante su empleador y sus colegas profesionales sino también ante todos los que pueden ser afectados por su trabajo. Y su preocupación fundamental debiera ser el bien público.

(v) El tecnólogo que contribuye a aliviar males sociales o a mejorar la calidad de la vida es un benefactor público. Pero el que a sabiendas contribuye a deteriorar la calidad de la vida, o engaña al público diseñando productos inútiles o dañinos, o diseminando informaciones falsas, es un criminal.

(vi) Debido a que el especialista no puede abordar todos los problemas multilaterales y complejos que plantean los proyectos tecnológicos en gran escala, éstos debieran encomendarse a equipos de expertos en diversos campos, incluyendo científicos sociales aplicados, y debieran someterse al escrutinio y control públicos.

(vii) Debido al fuerte impacto que está teniendo la tecnología sobre la sociedad y sobre el ambiente, el tecnólogo debiera compartir el poder con el administrador y el político. La tecnocracia global, o el gobierno de los expertos en todos los campos de la acción humana, no es una amenaza sino una promesa, en particular si sus decisiones se toman *ad referendum* del público.

(viii) Los tecnólogos debieran abordar sus propios problemas morales en lugar de fingir que éstos pueden transferirse a administradores o políticos.

(ix) Los tecnólogos debieran contribuir a modernizar la ética, intentando construir una tecnoética como la ciencia de la conducta recta y eficiente de ellos mismos.

(x) La ética no saldrá de su estancamiento actual si los filósofos persisten en ignorar la experiencia moral de los tecnólogos, si no prestan atención al modo en que la tecnología funda sus prescripciones o normas, y si se niegan a emplear los recursos formales (lógicos y matemáticos) que brindan claridad y precisión.

LA OPINIÓN PÚBLICA Y EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TÉCNICO EN UNA SOCIEDAD DEMOCRÁTICA*

Pese a que la ciencia y la técnica son las componentes más dinámicas de la cultura moderna, la enorme mayoría de las personas las desconocen por completo. Lo que es peor, muchos las temen por responsabilizarlas, erróneamente, por los horribles problemas que ponen en peligro la supervivencia de la especie humana. Si queremos sobrevivir y prosperar en democracia tendremos que superar el analfabetismo científico-técnico, porque los ignorantes no pueden ser trabajadores competentes ni ciudadanos esclarecidos y eficaces. Para superar ese atraso es menester aumentar espectacularmente los recursos dedicados a la formación de científicos y técnicos. La tarea incumbe no sólo al Estado a todos los niveles, sino también al empresariado y a las organizaciones populares, ya que se trata nada menos que de superar un atraso multiseccional que paraliza a la sociedad y pone en peligro las instituciones democráticas.

La ciencia y la técnica no son populares, pese a que se dice que vivimos en la Edad de la Ciencia y de la Técnica. Ni siquiera son impopulares como los impuestos y los equipos de fútbol perdedores. Son algo peor: son meramente ignoradas por la enorme mayoría de la población. No intervienen en la vida diaria sino indirectamente, a través de artefactos tales como automóviles y electrodomésticos. ¿Quién piensa en la biología cuando hay que hacer frente a un desastre ambiental? ¿Quién en la psicología científica cuando se trata de explicar o corregir la conducta de un sujeto? ¿Quién en la investigación operativa cuando se in-

* Versión corregida y aumentada de la Conferencia pronunciada en el II Congreso Educación y Sociedad, celebrado en Granada en octubre de 1989, y publicada en la Revista *Arbor: ciencia, pensamiento y cultura*, 1990, N° 534-535, pp. 13-42.

tenta diseñar una empresa o salvarla de la quiebra? ¿Quién en las ciencias sociales llegado el momento de redactar importantes proyectos de ley? Y ¿cuántos creen que para la formación cultural es más importante comprender el mecanismo de la herencia y el principio del funcionamiento de un motor eléctrico que memorizar nombres de montañas, ríos, capitales, dictadores y conquistadores?

Nuestra actitud para con la ciencia y la técnica es incoherente, por no decir hipócrita. Queremos progreso industrial y social sin pagar su precio, que es aprender los rudimentos de la ciencia y de la técnica. Como decía mi maestro, el físico Guido Beck, queremos leche sin vaca. No sabemos o no queremos saber que para que todos podamos gozar de los beneficios del progreso industrial y social es indispensable que algunos construyan teorías, hagan mediciones, o diseñen artefactos. Sin vaqueros, tamberos ni veterinarios no puede haber leche de vaca. Tampoco sabemos o queremos saber que casi nadie desempeñará estas tareas si no se sabe que pueden ser fascinantes, si siguen gozando de menor prestigio que las profesiones liberales y si siguen siendo peor remuneradas que éstas.

¿Qué hacer para terminar con la dualidad vaca-leche y corregir la consiguiente deformación de toda nuestra cultura? Lo primero es cobrar conciencia de que el mal viene de mucho tiempo atrás: que ya Unamuno lo había consagrado como virtud nacional al exclamar «¡Que inventen otros!». Lo segundo es medir el grado de analfabetismo científico-técnico para saber qué y cuánto habrá que hacer para remediarlo, y para movilizar la opinión pública. Lo tercero es examinar las deficiencias del sistema educacional y proponer planes nacionales, regionales y locales para remozarlo.

Este artículo se ocupa de los tres aspectos del problema. En particular, propone dieciocho medidas concretas y factibles que habría que adoptar para que el mundo hispánico llegue al siglo XX en materia de educación en ciencia y técnica antes de empezar el XXI.

1. La tradición hispánica en ciencia y técnica

Para poder encarar el futuro es preciso ser realista respecto del pasado. En particular, para poder diseñar planes exitosos de reforma de la ciencia y de la técnica en España o en Hispanoamérica es preciso comenzar por admitir que nuestra tradición en este campo es pobrísima comparada con la de cualquier otra nación occidental industrializada. Si nos dejamos llevar por exageraciones nacionalistas o, simplemente, por historiadores que no entienden la diferencia entre original y copia, no daremos con el diagnóstico adecuado y, por consiguiente, nuestros planes serán defectuosos y nuestra acción será ineficaz. Primero conocer, después actuar (al revés de lo que recomendaba Marx).

La ciencia y la técnica siempre han sido las cenicientas del mundo hispánico. Nos llegaron tarde, hace sólo un siglo, y se desarrollaron con lentitud y casi siempre imitando al extranjero. España, tan rica en literatura, pintura y aventura, sólo ha producido un premio Nobel en ciencias: Santiago Ramón y Cajal. Severo Ochoa ganó el suyo exiliado en los EE.UU., donde pudo formar a otros investigadores, entre ellos a otro nobelista: Arthur Kornberg.

¿A qué se debe la notable pobreza de la producción científica y técnica hispánica? Ciertamente no a falta de talento: allí están Cajal y Ochoa, y los argentinos Bernardo A. Houssay, Luis F. Leloir y César Milstein, para no nombrar sino a los cinco Premios Nobel en ciencias del mundo hispánico. Pero los que han fracasado por falta de estímulos y de miedos, y no de talento, son muchísimo más numerosos que los que han triunfado pese a todo.

El apoyo a la investigación científica ha sido insuficiente. Más aún, en nuestros países, cuando gobernaron dictadores fascistas o semifascistas, hubo algo peor que indiferencia, a saber, represión activa de todo pensamiento original y, en particular, de la investigación científica. El General Franco no necesitó reprimir a científicos españoles porque los pocos que había se exiliaron en 1939. Pero su amigo el General

Perón destituyó a centenares de catedráticos y censuró la noticia de que Houssay, que había sido alejado de la Universidad, había ganado el premio Nobel. Y la dictadura militar argentina de 1976 a 1983 arrasó con casi toda la ciencia que había quedado, ensañándose particularmente con la psicología y la sociología.

En cuanto a la técnica, ésta no ha prosperado en nuestros países debido al atraso de nuestras industrias. Allí donde no hay industria vigorosa no se necesitan técnicos ni administradores innovadores, sino sólo ingenieros y administradores de mantenimiento, o bien especializados en obras públicas. Cuando ha habido obras públicas importantes, como ocurrió en España con los diques y las centrales hidroeléctricas planeados por el gobierno republicano y ejecutado por el franquista, también ha habido ingenieros y organizadores de empresa innovadores. Es un círculo vicioso: no hay técnicos donde no hay industria nacional, y no hay industria nacional donde no hay técnicos nativos.

2. Causas del atraso científico-técnico

Una de las principales causas de nuestro atraso científico y técnico no es económico sino psicológico. No estamos al día en ciencia ni en técnica porque éstas no nos interesan. No nos interesan por varios motivos: porque suelen enseñarlas poco y mal en las escuelas; porque éstas exigen mucha más literatura e historia que ciencias; porque los personajes descollantes de nuestra sociedad, a quienes tomamos por modelos, no son científicos o técnicos sino políticos, empresarios, abogados, economistas, o al sumo literatos. Y porque aún vivimos a la sombra de la espada y de la cruz más que a la luz del libre pensamiento creador.

La mentalidad hispánica sigue siendo básicamente tradicional. Nuestro pensamiento sigue siendo en parte mágico. No en vano España eludió las tres grandes revoluciones que parieron al mundo moderno: el Renacimiento, la Reforma y la Revolución Científica. Mientras ocurrían estos grandes

movimientos renovadores, libertadores y modernizadores, los dirigentes españoles estaban ocupados en pelear contra los moros, expulsar a los judíos, perseguir a los herejes quemar libros, poner una pica en Flandes, o conquistar y expoliar el Nuevo Mundo, al que no desarrollaron debidamente porque lo explotaron y le impusieron sus propias instituciones medievales y su propia cultura medieval. El civilismo, la democracia política, el laicismo y la industria fueron importados de Francia e Inglaterra, y aún no están bien arraigados en el mundo hispánico.

Según la llamada teoría de la dependencia, defendida por intelectuales de izquierda, los países hispánicos están subdesarrollados porque son dependientes. Esta tesis tiene un grado de verdad: la dependencia refuerza el atraso aun cuando fomente la industrialización, porque ésta no suele responder a la demanda del mercado nacional. Pero en lo esencial la tesis es falsa. España fue independiente desde su formación, y casi todos los países hispanoamericanos conquistaron su independencia política a comienzos del siglo pasado, pero no por ello se dieron con entusiasmo a la tarea de aprender y hacer ciencia y técnica. Antes bien, los oligarcas locales se dedicaron con entusiasmo a matarse entre sí y a explotar a sus compatriotas. El progreso comenzó mucho después de la independencia y quizá se hubiera alcanzado sin ésta.

Creo que el atraso científico y técnico de nuestros países puede explicarse del mismo modo que se explica por qué los chinos, herederos de más de cuatro milenios de civilización, no crearon la ciencia ni la técnica moderna al par que lo hicieron los bárbaros europeos. Es una cuestión de actitudes e intereses, de valores y de ideología. Ni los chinos ni los españoles valoraban el conocimiento por sí mismo, sino sólo como instrumento para la acción o para la salvación. El resultado está a la vista: ni los unos ni los otros hicieron mucha ciencia ni, por consiguiente, mucha técnica basada sobre la ciencia.

En los países hispánicos, al menosprecio por la ciencia básica se unió el desprecio por el trabajo manual, propio de

villanos, no de caballeros o damas. Los hijos de las familias dominantes rara vez estudiaban ingeniería, y menos aún ciencia. Cuando lo hacían, frecuentaban facultades de ingeniería en las que no se ensuciaban las manos manejando otras herramientas que no fueran el lápiz, la regla T y la regla de cálculo. El trabajo manual, en taller o en laboratorio, era propio de jóvenes de condición social modesta. Cuando quise inscribir a un hijo mío en una escuela de artes y oficios de Buenos Aires, durante la luna de miel de Perón con la Iglesia, el sacerdote que informó el expediente no lo permitió, alegando que los hijos de buenas familias no debieran aprender artes mecánicas.

Creo, en resumen, que la clave del subdesarrollo científico y técnico del mundo hispánico es la ideología. Y ésta no cambiará a menos que nuestras escuelas enseñen más ciencia y técnica y lo hagan mejor que hasta ahora, y a menos que se desarrollen las industrias utilizando técnicos nativos y para suplir primordialmente al mercado interno.

3. Un modelo a evitar

Para modernizar nuestras escuelas debemos procurar aprender de aquellos que, como los norteamericanos, rusos y japoneses, lograron modernizarse en el curso de pocas décadas. He dicho «aprender» y no «copiar», y esto por dos motivos. Primero, ninguna experiencia extranjera puede importarse sin modificaciones, dado que las circunstancias y necesidades no son las mismas. (Como dice mi amigo Heinrich Pfeiffer, «Es handelt sich um kapieren, nicht um kopieren», o sea, se trata de entender, no de copiar.) Segundo, el país al que casi todos miramos para aprender, los EE.UU. de América, ha comenzado una fase de decadencia cultural, en particular científica y técnica, e incluso industrial. Me explicaré.

Hasta mediados de la década de los años sesenta la ciencia y la técnica eran admiradas universalmente, aunque de lejos, en los EE. UU. Un resultado de esta admiración fue

el florecimiento de los departamentos de ciencias básicas y de ingeniería en ese país. La guerra de Vietnam, la amenaza del holocausto nuclear, y la creciente conciencia de la degradación ambiental, cambiaron la apreciación popular de la ciencia y de la técnica. Los jóvenes empezaron a culpar a científicos y técnicos de los pecados cometidos por dirigentes políticos y empresariales. Empezó a difundirse el camelo de que la ciencia y la técnica son la misma cosa, y que esta cosa es más perniciosa que beneficiosa. El resultado neto es el aumento de analfabetismo científico-técnico de las grandes masas del pueblo norteamericano. En Canadá y Gran Bretaña ocurrió otro tanto.

En los tres casos esta decadencia se ha tornado más pronunciada durante los gobiernos conservadores de los últimos años. Esto ha ocurrido no sólo a causa de los cortes en los presupuestos de investigación sino también al miedo de la juventud por la ciencia y la técnica y a la nueva consigna predicada por los enanos intelectuales y morales encaramados en el poder. Estos no les dicen a los jóvenes «Aprended, haced y servid», sino «Enriquecéos como podáis y cuanto antes podáis.»

La revista *Science*, en su número del 3 de febrero de 1989, dio cuenta de los resultados de dos investigaciones masivas y similares llevadas a cabo por los catedráticos John Durant, de Oxford, y Jon D. Miller de la universidad Northern Illinois. Según estas investigaciones, sólo uno de cada tres británicos adultos sabe que la Tierra gira en torno al Sol y no al revés; sólo la mitad de los norteamericanos sabe que los humanos descendemos de especies menos desarrolladas y que el hombre primitivo no convivió con dinosaurios; un tercio de los encuestados cree que la leche radiactiva puede beberse si se la hierva; sólo el 12% sabe que la astrología no es una ciencia; y la mayoría cree que los antibióticos destruyen los virus. Dichos investigadores estiman que el alfabetismo científico-técnico es del 6% en los EE. UU. y del 7% en el Reino Unido. Un año después se publicaron resultados semejantes referentes al Canadá.

El alfabetismo científico-técnico retrocede rápidamente en países que antes estaban a la cabeza, al par que avanza en otros que hasta hace poco marchaban a la cola. Un estudio reciente del Consejo Nacional de Investigaciones de los EE. UU. ubica a Corea del Sur en el primer lugar en conocimientos de matemática en la población escolar, y a los EE. UU. e Irlanda en el último (*Science* del diez de febrero de 1989). En el número de marzo de 1989 de la influyente *New York Review of Books* el educador E. K. Hirsch (h) informa que en 1970 los jóvenes norteamericanos ocupaban el 7º puesto en conocimientos científicos en un total de 17 países. Hoy han descendido al 14º puesto. Los primeros puestos son ocupados por Hungría, Japón, Holanda, el Canadá anglófono, Finlandia y Suecia.

¿A qué se debe este retroceso de los principales países anglófonos? A múltiples causas. Más arriba mencionamos dos de ellas. Una es la desconfianza de las nuevas generaciones para con la ciencia y la técnica, a las que ven como fuerzas del mal. Otra es el filisteísmo practicado y predicado por los dirigentes de los gobiernos conservadores. La combinación de las dos causas ha tenido como consecuencia el que en los EE. UU. y el Canadá la mayoría de los estudiantes graduados y profesores en ciencias básicas e ingeniería son extranjeros. Aunque nuestros líderes no han leído a Unamuno, parecen compartir su idea cavernícola de que no vale la pena inventar.

Una tercera causa del analfabetismo científico-técnico es el poco aprecio en que son tenidos los profesores de escuelas elementales y secundarias, en particular los profesores de ciencias. A diferencia de los maestros de mi infancia y adolescencia, los de hoy no son pilares de la sociedad: su status social y sus ingresos son inferiores a los de los conductores de camiones y muy inferiores a los de los contables, oficiales de las fuerzas armadas, psicoanalistas, y brujos. En Norteamérica un profesor universitario de ciencias o de ingeniería gana la mitad que su colega que dice enseñar finanzas. No debiera extrañar, por tanto, que las profesiones científicas y técnicas no atraigan a muchos jóvenes.

Otra causa es la importancia exagerada que los pedagogos, sobre todo en Norteamérica, asignan a la didáctica en desmedro del contenido de las asignaturas. En las escuelas de pedagogía enseñan cómo enseñar jóvenes que no tienen qué enseñar. Los egresados de estas escuelas creen que son competentes para enseñar matemática, física o biología pese a que apenas tienen vagas ideas acerca de estas asignaturas. No debe extrañar que las enseñen mal, y que no logren despertar el entusiasmo, o siquiera el interés, de sus alumnos. El resultado neto es que la mayoría de los jóvenes egresan de las escuelas convencidos de que la ciencia y la técnica son tediosas además de ser mal pagadas y de gozar de poco prestigio social. Dada esta creencia ¿por qué habrían de escoger una carrera científica o técnica? Y ¿por qué asombrarse de que las facultades de ciencias y de ingeniería crecen a una velocidad menor que las otras, o aun se achican?

Inevitablemente, la disminución del número de egresados de facultades de ciencias y de ingeniería causará una disminución del volumen y de la calidad de las investigaciones científicas y técnicas. Esta disminución aún no se nota en las ciencias, pero ya se advierte en las técnicas. A menos que los gobiernos de los países anglófonos tomen medidas drásticas, como las que tomaron cuando los rusos inauguraron la astronáutica al lanzar el *Sputnik* en 1957, no lograrán detener la decadencia, y serán sobrepasados por las naciones donde la investigación y la enseñanza científica y técnica aún (o ya) gozan de prestigio y de apoyo.

La moraleja para los países subdesarrollados y de desarrollo medio es obvia: aprendamos de los gobiernos anglófonos que reforzaron la investigación y la enseñanza de las ciencias y técnicas hace cuatro décadas, pero no de los que toleran su decadencia a la hora actual.

4. Cómo responder al desafío de 1992

Casi todos están de acuerdo en que la integración europea es una gran oportunidad para la cooperación interna-

cional y, al mismo tiempo, un tremendo desafío para desarrollarse y, de este modo, no sucumbir a la competencia. La cooperación ayuda a emparejar. La competencia también, a menos que ocurra entre impares, en cuyo caso sólo favorece a los ya aventajados. (Recordemos que el libre cambio arruinó, en el curso del siglo pasado¹, las incipientes industrias de casi todos los países extraeuropeos. Por algo el Imperio Británico enarboló la consigna del libre cambio junto con la Union Jack cuando emprendió la conquista del mayor imperio de la historia.)

La gran oportunidad será perdida por los países que, como el Reino Unido, no se están preparando para hacer frente al desafío reforzando sus recursos humanos en ciencia y técnica sino que, por el contrario, siguen decayendo debido a los cortes a los subsidios a la investigación, a la fuga de cerebros causada por dichos cortes, a la exportación de capitales, y a la actitud filistea de sus gobernantes, que miden el grado de desarrollo de un país por la prosperidad de sus clases dominantes.

España aprovechará la oportunidad si hace frente al desafío en el terreno en que es tradicionalmente más débil: la investigación científica y técnica, así como la enseñanza de la ciencia y de la técnica en todos los niveles. Si España supera su atraso científico y técnico secular también podrá hacer frente a la competencia de sus nuevos socios en el terreno de la industria, ya que toda innovación industrial requiere cerebros técnicos originales bien nutridos con conocimientos de ciencias básicas y, sobre todo, curiosos y dispuestos a explorar y experimentar.

¿Qué puede hacerse para reforzar la ciencia y la técnica en España? Obviamente, es preciso seguir por el camino emprendido en los últimos diez años, pero avanzando mucho más rápidamente por él. El gobierno nacional, las comunidades y los gobiernos provinciales han hecho algo, en particular por formar investigadores, merced a becas y subsidios a la investigación. Pero no ha hecho bastante, porque casi

1 Se refiere al siglo XIX. Recuérdese que el ensayo fue publicado en 1989. [N. del E.]

toda la investigación se hace en la universidad, y la universidad española sigue siendo un bastión del tradicionalismo.

En efecto, con pocas excepciones, las universidades españolas siguen siendo dominadas por cátedráticos que hacen más administración y política que investigación. Naturalmente, estos cátedráticos temen la competencia, y son tan poderosos que han bloqueado la carrera de muchos jóvenes promisorios. También han logrado impedir la introducción de la categoría de profesor invitado o visitante, normal en otros países europeos y en Norteamérica. La reciente reforma de la ley de universidades no ha modificado esta situación: la universidad española sigue siendo un sistema cerrado en el que pocas novedades ocurren, no tanto por falta de gente con ideas, sino por los obstáculos que se les pone.

Desde luego que el acceso de nuevos profesores formados en ambientes más abiertos, modernos y activos, contribuirá eventualmente a abrir la universidad española y ponerla a la altura de otras universidades del mundo. Pero este proceso, si prosigue a la velocidad actual, insumirá varias décadas. Mientras no se produzca este cambio habrá que introducirlo fuera de la universidad: en institutos extrauniversitarios de investigación, así como en las escuelas primarias y secundarias, institutos, y escuelas dedicadas a la educación de adultos. Echemos un vistazo a lo que puede hacerse en estos terrenos.

5. Institutos extrauniversitarios de investigación

Los campos de la ciencia y de la técnica que no se cultivan bien en las universidades podrían cultivarse en institutos extrauniversitarios. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas ya tiene a su cargo muchos institutos, casi todos extrauniversitarios, y algunos de ellos funcionan bien. Otros no funcionan bien porque están compuestos por personas improductivas heredadas de la época negra. De nada valen edificios, muebles, instrumentos, libros y revistas si no hay investigadores originales e industriales.

Creo que si las autoridades de CSIC tuviesen más poder, y en particular si dispusiesen de una escoba, podrían remozar sus institutos seniles, por ejemplo facilitando la jubilación temprana de su personal improductivo y el ingreso de jóvenes investigadores promisorios. Yo iría más lejos: gestionaría créditos para que los zánganos pudiesen abrir bares, criaderos de aves, u otros negocios en los que, seguramente, prosperarían mucho más que en el negocio académico.

Pero estas medidas radicales que sugiero requieren más poder y más recursos de los que disponen las autoridades del Consejo, como me lo sugiere mi experiencia personal. Hace unos años el entonces Presidente del Consejo me pidió que redactase un proyecto de Instituto de Ciencias de las Ciencias y Técnicas. Después de mucho cavilar, consultar y escribir, le elevé un proyecto detallado que ganó su aprobación. Nos entendimos fácilmente porque ambos éramos científicos, optimistas e inocentes. Pero cuando el Presidente sometió el proyecto a consideración de sus colegas del instituto de humanidades –unidad notable sólo por su improductividad– sus miembros se le opusieron resuelta y unánimemente. La amenaza de competencia les despertó de su largo sueño. *Le mort saisit le vif*.

Pero volvamos al meollo de la cuestión. Allí donde no existan o no produzcan normalmente institutos universitarios o dependientes del CSIC habría que organizar institutos privados. Estos podrán ser de dos tipos: dependientes de fundaciones o de empresas. En el primer caso podrán gozar de libertad de investigación, y en segundo podrán estar sujetos a emprender investigaciones de posible utilidad par las empresas que los sostienen. (Como veremos más adelante, esto no siempre ocurre.) Creo que en todas partes hacen falta institutos de ambos tipos. Ni la universidad ni el CSIC pueden ni querrían hacerlo todo, especialmente cuando la tarea es tan inmensa como lo es la modernización del vetusto sistema científico-técnico español.

España tiene una buena tradición de fundaciones privadas y estatales de apoyo a la investigación. También la ha

tenido Argentina desde que un gobierno militar dejó cesante al eminente fisiólogo Bernardo A. Houssay, quien fundó un exitoso laboratorio subvencionado por una fundación privada sostenida por un grupo de industriales. El Dr. Luis F. Leloir, otro premio Nobel, organizó un laboratorio financiado por la Fundación Campomar, fundada por un industrial textil. Otras dos instituciones privadas argentinas que alcanzaron nivel internacional fueron la Fundación Bariloche y el Instituto Di Tella. Estos institutos privados acogieron a centenares de investigadores que habían sido expulsados de las universidades o que no hubieran podido ingresar en ellas sin perder su dignidad y su libertad académica. Y no fueron asilos, sino centros activos donde reinó la libertad académica y que alcanzaron una reputación mundial.

Aunque es deseable organizar institutos de investigación extrauniversitarios cuando fallan las universidades, creo que es preciso tomar dos precauciones. La primera es evitar que un instituto permanezca mucho tiempo alejado de la docencia. Los investigadores deben ejercer la docencia para formar otros investigadores, y las universidades necesitan investigadores que cooperen con ellas aunque no pertenezcan a ellas. Por estos motivos es conveniente que los institutos extrauniversitarios formalicen acuerdos con universidades para organizar conjuntamente cursos de postgrado y para que algunos de los trabajos de investigación realizados en los primeros puedan presentarse como tesis de maestría o de doctorado en las segundas. Un buen ejemplo de este tipo de cooperación es el convenio del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas con la Universidad Central de Venezuela.

La segunda precaución a tomar cuando se diseñe un nuevo instituto es no comenzar por edificios, administración y mobiliario, sino por gente. Un buen instituto de investigación crece en torno a un líder que suministra experiencia y planes de trabajo, y tiene libertad de escoger sus primeros colaboradores. Si esto no ocurre, se corre el peligro de que el instituto no sea sino un confortable asilo de mediocres. Al fin y al cabo, el único motivo válido para

construir un nuevo instituto es la necesidad de disponer de un centro de excelencia en un campo yermo o donde domina la mediocridad.

Hasta aquí hemos tratado problemas relativamente fáciles. En lo que resta abordaremos un problema más peliagudo: el de la reforma de la enseñanza necesaria para entrar en el siglo XXI, aunque sea con algunos decenios de retraso.

6. Reforma de la enseñanza para el siglo XXI

Para ser eficaz, la enseñanza debe reformarse de continuo, ajustándose a los nuevos conocimientos y a las necesidades cambiantes de la sociedad. Por este motivo no conviene legislar en detalle el contenido de los planes de estudio ni los métodos de enseñanza, ni conviene que ellos sean los mismos en todas las zonas de un país (obviamente, esto contradice la tendencia centralizadora y homogeneizadora que caracteriza a los gobiernos de los países latinos así como a los totalitarios). Tanto unos como otros debieran dejarse en manos de las autoridades escolares regionales, las que debieran trabajar en estrecha colaboración con las escuelas, las que a su vez deberían ser alentadas a experimentar.

Una escuela rígida y dogmática, que no ensaye nuevas asignaturas, nuevos libros de texto, nuevos instrumentos de medición o de cálculo, o nuevas técnicas de enseñanza, no es un centro docente sino de adiestramiento o de adoctrinamiento. Enseñar no es poner normas de conducta ni transvasar conocimientos. Enseñar es facilitar el aprendizaje, estimular la creatividad, infundir entusiasmo por exploración del mundo y de las ideas. En resumen, toda escuela debiera ser un centro experimental y, por lo tanto, sujeto a permanentes reformas. (En mi país natal un ministro conservador de instrucción pública, que alcanzó notoriedad como profesor de pedagogía, destituyó a la única maestra primaria que se atrevió a introducir reformas progresistas

en la escuela primaria. Obviamente el burócrata no distinguía entre enseñar y adoctrinar.)

En el caso de la enseñanza de las ciencias y técnicas se necesita algo más que el amor por la enseñanza y las innovaciones que se imponen a diario en una escuela experimental. Dado el estado lamentable de la enseñanza de las ciencias y técnicas en casi todo el mundo, es necesario diseñar e implementar una reforma a fondo de la misma, o sea, una revolución pedagógica.

A continuación mencionaré rápidamente algunos de los cambios que creo necesarios para poner al día la enseñanza de la matemática, de las ciencias naturales y sociales, y de las técnicas, tanto en el mundo hispánico como en otros lugares, con la advertencia de que algunas de estas innovaciones ya han sido puestas en práctica con éxito. Lo que aún no se ha ensayado es una reforma tan global como radical, que abarque todos los componentes y todos los aspectos del sistema educacional.

7. Promoción de la docencia

Empecemos por los maestros, pues ellos, junto con las autoridades escolares, son el motor de la educación. (Sin buenos maestros ¿de qué sirven los planes de enseñanza?) Una auténtica reforma radical del sistema educacional debiera empezar por:

(1) *Mejorar la preparación del personal docente.* Todos los profesores de alguna ciencia o técnica debieran ser especialistas: debieran poseer una formación razonable en la disciplina que enseñan, no sólo para poder enseñar bien lo que aprendieron cuando estudiantes, sino también para estar motivados, para mantenerse al día, y para poder transmitir su interés a sus alumnos. Los profesores de enseñanza secundaria debieran tener como mínimo una licenciatura, y los de enseñanza universitaria un doctorado, ya que éste es normalmente garantía de haber hecho, alguna vez, alguna investigación original. Lo que precede no vale para la

enseñanza de las artes y oficios, que requieren más pericia manual que conocimientos teóricos y facilidad de palabra. Por ejemplo, un contraatastre mecánico puede enseñar tornería mejor que un ingeniero, o, al menos, mejor que un ingeniero libresco, como los que suelen producir nuestras universidades.

(2) *Mejorar la condición social del docente.* Si creemos sinceramente que no hay democracia sin educación universal de alta calidad, debemos atraer buenos cerebros a la docencia. Y para atraerlos debemos ofrecerles buenas condiciones de trabajo y buenos salarios. En otras palabras, debemos hacer que el docente, sea primario, secundario o terciario, recupere el alto nivel social de que gozaba en las naciones avanzadas, e incluso en algunas naciones hispanoamericanas entre mediados del siglo XIX y la Segunda Guerra Mundial. En aquella época el maestro rural era, junto con el médico y el farmacéutico, y a veces también el cura, un pilar de la sociedad. Con frecuencia el profesor secundario era un escritor o científico de fuste (ejemplo: Antonio Machado). Y el profesor universitario pertenecía a la clase media superior y su palabra era escuchada por estadistas y por el público general.

(3) *Año sabático para todos los docentes.* Todos los docentes, en todos los niveles necesitamos actualizarnos diariamente y, de vez en cuando, necesitamos reciclarnos para renovar radicalmente nuestro inventario de conocimientos, o para explorar nuevos campos y, acaso, prepararnos para cambiar de especialidad. Tal renovación radical requiere dedicación exclusiva al menos durante un año. Este es el tiempo mínimo que se necesita para seguir con provecho un par de cursos universitarios, leer publicaciones nuevas, iniciar una investigación, o incluso desligarse de una clique. Por este motivo conviene a todos —docentes, estudiantes y administradores— que todo docente tome un año para estudiar, con goce de sueldo, después de cada seis años de trabajo, o bien un semestre cada tres años.

(4) *Intercambio con docentes de otras regiones o naciones.* Ya se sabe que viajar es aprender, y enseñar en tierra

extraña es aprender intensamente y de manera memorable. El profesor visitante aprende de sus nuevos colegas, alumnos y vecinos. Los anfitriones se benefician tanto como el huésped, ya que también ellos se enteran de nuevos problemas, resultados, actitudes y hábitos (yo tuve que vivir un tiempo en los EE. UU. para poder leer artículos sobre psicología matemática, en Canadá para tomar contacto con la psicología fisiológica, y en México para interesarme por los problemas del subdesarrollo). En cualquier universidad de avanzada la llegada de profesores visitantes es aguardada con más curiosidad que los nuevos trabajos de los colegas. El intercambio de profesores no es tan costoso como podría pensarse, porque los docentes pueden intercambiarse viviendas y salarios, aunque en caso de disparidad de éstos las autoridades debieran suplementarios. Algunas universidades (p. e. la de París) tienen oficinas que se ocupan de conseguir alojamiento a los profesores visitantes.

8. Reforma de la orientación de la enseñanza

(5) *Aumentar el número de horas dedicadas a la enseñanza de las ciencias y técnicas.* Puesto que la ciencia y la técnica son los motores de la cultura moderna, y que su aprendizaje es más arduo que el de las demás disciplinas, es preciso aumentar drásticamente, en algunos casos duplicar o triplicar, el número de horas dedicadas a la enseñanza de la ciencia y de la técnica. Hoy es más importante saber el ABC de la biología evolucionista que recodar los sonetos de Bécquer.

(6) *Disminuir el número de alumnos por curso.* Las lecciones magistrales impartidas a centenares de alumnos son tan ineficaces como las prácticas de laboratorio en que los estudiantes deben hacer cola para mirar una preparación microscópica. Es preciso reducir las clases universitarias a 100 ó menos, y las prácticas de laboratorio y de resolución de problemas a 30. En las escuelas primarias el número óptimo de alumnos por clase parece ser 20, y en las secundarias muy poco más.

Para lograr estas reducciones no siempre es necesario aumentar el número de profesores: puede bastar con sustituir las lecciones magistrales por el estudio en clase de buenos manuales, agrupar los alumnos en grupos de tres o cuatro, y aumentar el número de jefes y ayudantes de trabajos prácticos. (Muchos de estos últimos pueden ser estudiantes aventajados que trabajen *ad honorem* para ganar en experiencia y en antecedentes, así como para devolver a la sociedad algo de lo que ésta ha invertido en su educación). Un profesor con 100 alumnos puede hacerse cargo de 5 ó 6 asistentes a quienes instruye directamente.

(7) *Multiplicar el número de laboratorios y talleres, y reequipar los existentes.* Todas las escuelas primarias deberían tener laboratorios de física, química y biología, así como talleres de carpintería. De hecho poquísimas los tienen, de modo que imparten una enseñanza puramente libresca y tediosa. Cuando existen, los laboratorios y talleres de las escuelas medias suelen ser colecciones heteróclitas y polvorientas que sirven de poco. Incluso muchos laboratorios de enseñanza universitaria son pobres y suelen estar abarrotados de aparatos descompuestos.

Es indispensable que todo alumno primario y secundario haga prácticas de laboratorio y de taller: que adquiera destreza manual, aprenda a medir y estimar errores, practique el método experimental y, si es posible, proponga nuevos diseños experimentales. (unas pocas escuelas secundarias estadounidenses y canadienses exponen anualmente modestos trabajos originales hechos por sus alumnos, y muestran así que es posible hacer ciencia y técnica a una edad temprana.)

Esto mismo vale, con mayor razón, para los estudiantes universitarios de ciencias y técnicas. Es absurdo pretender formar químicos o biólogos, ingenieros o agrónomos, sin que se ensucien las manos trabajando en laboratorios y talleres. Y es antieconómico mantener laboratorios sin el apoyo de talleres capaces de reparar instrumentos y montar aparatos. Un laboratorio carente de semejante infraestructura se convierte pronto en un museo. (Desde su fundación

a principios de siglo, el Instituto de Física de la Universidad Nacional de La Plata tuvo talleres con esa capacidad. La Universidad Autónoma de Nuevo León, en México, tiene un taller que fabrica instrumentos de medición que se usan en la misma universidad y se venden a escuelas secundarias. Pero estas son excepciones en el mundo hispánico.)

9. Reforma de los métodos de enseñanza

(8) *Eliminar los apuntes de clase y mejorar los manuales y las guías de trabajos prácticos.* Aunque Gutenberg inventó la imprenta hace cinco siglos, aún hay docentes que se empeñan en competir con los autores de buenos manuales, redactando y en ocasiones dictando sus propios apuntes de clase. Así logran que sus alumnos estudien por notas, a menudo plagadas de errores y en el mejor de los casos ilegibles. De este modo logran también que sus estudiantes no aprendan a estudiar libros ni a consultar revistas.

Las autoridades escolares mexicanas y cubanas resolvieron el problema de la escasez y carestía de buenos manuales de enseñanza primaria encomendando la redacción de excelentes manuales a los mejores especialistas. Y resolvieron el problema de su costo distribuyéndolos gratuitamente. He aquí un buen ejemplo digno de ser imitado. En cuanto a los manuales para la enseñanza secundaria, si no los hay buenos en castellano habrá que traducir buenos manuales extranjeros.

Finalmente, el problema de los manuales de enseñanza universitaria no es tal, porque los hay y en abundancia en otras lenguas. Los estudiantes de ciencias de mi generación estudiábamos libros en castellano, inglés, alemán, francés e italiano. ¿Por qué no exigir a los estudiantes hispanófonos que manejen con soltura por lo menos la lengua internacional de la ciencia, de la técnica y de los negocios, o sea, el inglés? No habrá ningún inconveniente en hacerlo si se la aprende a la edad en que las lenguas extranjeras se aprenden al igual que la materna, o sea, entre los dos y los

quince años en los jardines de infantes, las escuelas y los campos de juego.

(9) *Minimizar la memorización.* La importancia de la memorización ha disminuido radicalmente desde que se inventó la palabra escrita y se hizo más lógica y sistemática la manera de pensar. Para recuperar un conjunto de conocimientos olvidados basta consultar la biblioteca. Cuando se trata de un sistema bien organizado, tal como una teoría o un código legal, se lo puede reconstruir razonando a partir de sus premisas. Sin embargo, no es esto lo que exige la escuela tradicional: en ella se pide más memoria que capacidad de buscar, investigar y razonar.

Por ejemplo, es común que un niño de escuela primaria sepa recitar las capitales europeas pero no sepa ubicarlas en el mapa y, lo que es peor, ignore qué es una capital. También suele ocurrir que un estudiante secundario o aun universitario sepa repetir fórmulas matemáticas que no entiende y que, con mayor razón, no sabría reconstruir por sí mismo. (Yo estuve a punto de ser suspendido en geofísica por no recordar una fórmula y atreverme a decirle al tribunal que yo era capaz de algo mucho más importante, a saber, deducirla, cosa que hice en el momento.)

Es indispensable modificar ese mal hábito medieval, instando a los estudiantes a buscar y reconstruir antes que a repetir como loros. En particular, no exijamos a los alumnos que en los exámenes se limiten a repetir: permitamos los exámenes a libro abierto y hagamos solamente preguntas clave. En lo posible, reemplacemos los exámenes orales por la redacción de monografías, la resolución de problemas o la ejecución de prácticas de laboratorio o de taller que pongan a prueba la inteligencia, la maña y la laboriosidad.

(10) *Maximizar los trabajos prácticos y los proyectos.* El aprendizaje de cualquier tema exige la ejercitación. Por este motivo, todas las asignaturas debieran incluir la realización de trabajos prácticos, y casi todas también la realización de proyectos especiales. (Cuando propuse esto en la Facultad de Filosofía y Letras de Buenos Aires hace más

de tres décadas, casi todos mis colegas se escandalizaron. Uno de ellos preguntó con sorna: «¿Trabajos prácticos en todas las asignaturas, incluso en metafísica?». Respondí que sí, especialmente en metafísica. La propuesta se aprobó y la cosa funcionó bien hasta que la Facultad fue intervenida por un gobierno militar.)

Tanto los trabajos prácticos como los proyectos especiales son de dos tipos: puramente conceptuales (como en matemática y en filosofía) o de laboratorio, taller o campo. La diferencia entre un trabajo práctico y un proyecto es ésta: la ejecución del primero sólo requiere conocimientos ya adquiridos y puede hacerse en minutos u horas; en cambio, la realización de un proyecto requiere búsqueda bibliográfica, planeación, redacción de un informe, y quizá largas horas en el laboratorio, taller o campo. El trabajo práctico es dirigido, el proyecto da libertad y, con ésta, iniciativa y responsabilidad.

No se crea que sólo los estudiantes universitarios avanzados pueden encarar proyectos: éstos pueden encomendarse ya a partir del 3^o año de la escuela primaria, como lo he visto de cerca en una escuela privada mexicana. Y es sabido que los estudiantes prefieren ejecutar proyectos a resolver ejercicios rutinarios. ¿Por qué, pues, no tenerlos todo el tiempo ocupados con algún proyecto? ¿Por qué no darles la oportunidad de que aprendan por sí mismos y se habitúen al trabajo en equipo? ¿Por qué no encomendarles tareas a la vez exigentes y agradables en lugar de darles todo el tiempo que quieran para mirar la televisión? Hay un único motivo para negarse a hacerla, y es la creencia de que la función del maestro no es facilitar el aprendizaje de manera agradable, sino instruir de manera desagradable conforme a la máxima «La letra con sangre entra».

10. Llegar al público

(11) *Centros («museos») de ciencia y técnica.* Una manera de despertar el interés de niños y jóvenes por la ciencia

y la técnica es ofrecerles la oportunidad de visitar centros de ciencia y técnica. Hay dos tipos de centro: el museo y el centro participativo; la colección para contemplar y el lugar para aprender haciendo. El visitante del museo se detiene un rato frente a una vitrina y pronto pasa a otra. Es un espectador que rara vez se emociona y nunca se apasiona, pero a veces se intimida y siempre se cansa pronto. La exhibición de nuevo tipo es dinámica, participativa, del tipo «tócame» antes que del tipo «mírame y no me toques» (en inglés suele decirse que es *hands on, not hands off*). Está llena de dispositivos que el visitante pone en marcha oprimiendo un botón, bajando una palanca o pedaleando una bicicleta inmóvil. Estos dispositivos pueden ser máquinas, instrumentos de medición, experimentos, videocassettes, etc.

Ejemplo 1: el visitante monta una bicicleta fija y pedalea; el pedal acciona un dínamo que alimenta un televisor en circuito cerrado, el que muestra la imagen del visitante en acción, primero borrosamente, luego con nitidez. Ejemplo 2: el visitante oprime una palanca que inicia un proceso químico en el que intervienen reactivos de diferentes colores; al cabo de un tiempo el producto de la reacción se recoge en un frasco y es analizado; sobre una pantalla aparecen los resultados del análisis y las ecuaciones de la reacción. Ejemplo 3: el visitante oprime un botón que produce una leve descarga eléctrica en el centro de rabia de un gato, o de placer de una rata; el visitante observa la reacción del animal, y ve en una pantalla un esquema del circuito nervioso que él mismo ha activado.

Las ventajas del centro activo sobre la colección estática son obvias: (a) el visitante no se aburre ni distrae; (b) el visitante aprende y recuerda con facilidad porque participa, y al hacerlo hace intervenir no sólo sus centros cognoscitivos sino también los afectivos; (c) al participar, el visitante no se intimida sino que siente su casa y se anima a seguir un rato más; (d) al regresar a su hogar o a su escuela puede ser que consulte a otras personas o tome un libro o una revista para seguir aprendiendo sobre los temas que más le han llamado la atención.

(12) *Criticar el pensamiento mágico dentro y fuera del aula.* Pese a los grandes avances científicos y técnicos, el pensamiento mágico sigue predominando sobre el crítico. Por ejemplo, en ocasiones creemos que habremos de conseguir algo con sólo desearlo fervientemente; invocamos a deidades o a potencias infernales; bendecimos o maldecimos; deseamos buenos días o buena suerte; interpretamos sueños como nos parezca; consultamos a brujos o psicoanalistas; creemos y propalamos rumores fantásticos; tocamos madera y cruzamos los dedos; y jugamos a la lotería aún sabiendo que la probabilidad de ganar el «gordo» es mucho menor que la de morir atropellado.

El pensamiento mágico no sólo es efecto de una educación tradicional. A su vez es un obstáculo a la adquisición del hábito del pensamiento científico o técnico, que son críticos. El supersticioso puede aprender fragmentos de ciencia o de técnica pero lo hace de modo supersticioso, no crítico. (Mi amigo Muhrad Wahba dice de sus colegas profesores universitarios de ciencias que son a la vez fundamentalistas islámicos: «Aprenden fórmulas científicas como si fueran suras del Korán»). Esta gente puede dominar una técnica especial pero no el método científico; puede aplicar recetas pero no inventarlas. Puede ser útil bajo la dirección de un investigador o diseñador original, pero no puede concebir ideas o experimentos científicos, ni diseños originales, porque su imaginación no tiene vuelo, sus conocimientos sólidos son menguados y no constituyen un sistema coherente, carece de capacidad crítica, y confía más en la tradición que en la exploración.

¿Qué hacer? No debemos quedarnos de brazos cruzados en nombre de la amplitud de miras y la tolerancia sino combatir activamente la superstición y la pseudociencia en todas las oportunidades: éste es el mayor servicio público que pueden prestar los profesores de ciencia o técnica dentro y fuera de la escuela. Las oportunidades se presentan a diario. Cuando se demuestra un teorema, se descorazona la adivinación y el tanteo al azar, y se estimula la búsqueda metódica de las premisas, la deducción rigurosa y el

control del resultado. Cuando se enseña el principio de conservación de la energía se critica las creencias de que algo pueda salir de la nada, y de que es posible mover cosas a distancia con el sólo poder de la mente. Cuando se estudia biología evolucionista se critica el creacionismo. Cuando se estudia psicología se critica la idea de que la mente es un ente separado del cerebro. Cuando se habla de enfermedades mentales se critica las psicoterapias infundadas e infructuosas. Cuando se comenta la noticia más reciente sobre la aparición de ovnis se critica la credulidad y la industria de la noticia sensacional. Cuando se habla de medicina se critica la homeopatía, la quiropráctica y demás prácticas no científicas. En resumen, toda vez que se enseña una ciencia o una técnica se tiene la oportunidad de criticar las especulacionesseudocientíficas oseudotécnicas correspondientes.

Pero esto no basta. Ya que los medios de comunicación masivos son los principales canales de circulación del conocimiento y del pseudoconocimiento, es conveniente que científicos y técnicos colaboren en ellos popularizando conocimientos genuinos y desenmascarando el charlatanismo. Es verdad que en general en el ambiente académico el periodismo científico y técnico no están bien vistos, tal vez porque algunos profesores no hacen más que periodismo. Pero habría que respetar y alentar a quienes, además de hacer buena investigación o enseñanza, se las arreglan para hacer buen periodismo, pues de este modo ensanchan el salón de clases o el laboratorio hasta cubrir toda una región.

(13) *Contrarrestar la embestida «postmoderna» contra la lógica, la ciencia y la técnica.* Desde que Heidegger y otros seudofilósofos emprendieron su cruzada contra la razón, y especialmente contra la ciencia y la técnica, las librerías europeas y norteamericanas han sido inundadas por publicaciones que denigran lo más noble de la modernidad: la racionalidad teórica y práctica. Estos autores no critican los malos usos de la técnica; en particular, Heidegger aplaudió la guerra que emprendió su partido nazi, el que se valió de la técnica más avanzada de su época. Los existencialistas,

hermenéuticos, deconstructivistas y otros, incluyendo a Feyerabend, Rorty, e incluso algunos wittgensteinianos, critican la confianza en la razón y la búsqueda de la verdad, así como la creencia en la realidad del mundo exterior. Embisten contra el núcleo de la ciencia y de la técnica.

Todo eso, que pasa por «postmoderno» es en realidad bastante viejo: viene de los escépticos radicales y de los místicos, de los idealistas subjetivos y de los pragmatistas. Lejos de ser revolucionario, se parte de la ideología reaccionaria, por alentar el reemplazo del pensamiento crítico por el pensamiento mágico, la actitud crédula y la admiración por la retórica vacía. No en vano el blanco favorito de los oscurantistas de moda es Descartes, el primer filósofo moderno y que, por añadidura, también fue eminente científico y creía en la posibilidad de alcanzar la verdad objetiva. Si queremos evitar que esa seudofilosofía «postmoderna» paralice los cerebros de los estudiantes y les desanime a emprender carreras científicas o técnicas, debemos contrarrestarla, criticándola dondequiera que levante cabeza (perdón, quise decir «pie») y mostrando que sólo la ciencia puede comprender el mundo y sólo con ayuda de la técnica fundada sobre la ciencia podremos mejorar el mundo. Pero este tema merece un párrafo aparte.

(14) *Intensificar la investigación, enseñanza y popularización de las ciencias y técnicas.* El gusto por la ciencia o por la técnica, y por el pensamiento riguroso en general, pueden cultivarse enseñando algo de filosofía, sociología e historia de las ciencias o de las técnicas. Esto puede hacerse de dos maneras: impartiendo cursos y conferencias formales, y haciendo comentarios al margen de la enseñanza de temas científicos o técnicos.

Por ejemplo, al examinarse una teoría atómica moderna se puede recordar su raíz antigua, así como el lugar que ocupaba en una cosmovisión naturalista. También puede recordarse que la atomística moderna nació a favor de la química, la que a su vez fue fuertemente estimulada por la naciente industria química, pero inhibida por la filosofía positivista. Al estudiarse la ingeniería genética puede recor-

darse que ésta nació en los laboratorios de genética pura, y que las expresiones «información genética» e «instrucción genética» no son sino metáforas sustituibles por la expresión «estructura del material hereditario».

A los estudiantes suele interesarles los problemas de estos tipos, y los docentes que ponen alguna atención a ellos pueden enriquecer notablemente sus exposiciones y hacerlas más amenas. Por lo pronto, dejan de repetir doctrinas simplistas tales como el inductivismo, el operacionalismo, el deductivismo y el sociologismo, y sugieren una concepción más moderna, sistémica y dinámica de la cultura y de la centralidad de la ciencia y de la técnica, así como de sus relaciones con las humanidades.

(15) *Intensificar la educación de adultos.* No demos por sentado que todos los adultos son analfabetos. Incluso en los EE. UU. se estima que uno de cada cinco adultos es analfabeto funcional. Ni confiemos en que los conocimientos que adquirimos hoy nos servirán toda la vida, porque en un mundo que cambia tan rápidamente como el nuestro la esperanza de vida de la mayoría de los conocimientos científicos y técnicos es sólo de unos cinco años. (No es que la verdad no exista, sino que suele ser aproximada y reemplazable por una mejor aproximación, o bien por una verdad más pertinente.) Por estos dos motivos es preciso intensificar la educación de adultos.

En realidad, el aprendizaje debiera ser una ocupación vitalicia, y la educación continua debiera ser un derecho (y un deber) humano, porque sólo quien no cesa de aprender puede adaptarse rápidamente a los cambios que ocurren sin cesar dentro y fuera de sí mismo. Quien deja de aprender se aburre y se convierte en un estorbo. El acceso a la educación es un derecho humano y no debiera ser monopolio del Estado sino asunto de todos. Debiera ser asunto de familias, empresas, sindicatos, clubes, partidos políticos, universidades y bibliotecas populares, etc. Permítaseme recordar una experiencia personal en este campo. Cuando ingresé en la universidad, en 1938, fundé la Universidad Obrera Argentina. Los alumnos de esta escuela privada sin

finés de lucro eran obreros que, a la salida de su trabajo, asistían a seis horas semanales de clase, pagando una matrícula mensual equivalente de un salario diario. En su sexto año de existencia, al ser clausurada por la dictadura militar de turno, la UOA tenía unos 1.000 alumnos. Estos estaban inscritos en cursos de mecánica, metalurgia, electrotécnica, química industrial, dibujo técnico, historia del movimiento obrero, economía, legislación del trabajo, etc. La escuela tenía no sólo aulas sino también laboratorios y talleres. En ella enseñábamos unos 50 profesionales, técnicos, contra-maestres y estudiantes universitarios. Ha habido escuelas similares en Londres, París, New York, México y algunas otras ciudades. ¿Por qué los universitarios españoles e hispanoamericanos no organizan universidades obreras, seguramente más útiles que la oratoria y la intriga política dentro de los recintos universitarios?

11. Llegar al poder político

(16) *Educar al gobernante.* La enorme mayoría de los políticos no tiene la más pálida idea acerca de la ciencia o de la técnica. Suelen ser o han sido abogados, empresarios o dirigentes obreros. En el mejor de los casos son ex-ingenieros, en el peor, economistas limitados al libro de texto, sea clásico, sea marxista. (El ministro con un pasado científico, como el español Javier Solana, es un mirlo blanco). El único gobernante argentino que comprendió la importancia de la ciencia fue un maestro de escuela, Domingo F. Sarmiento. Pero de eso hace más de un siglo.

Si queremos que los estadistas comprendan el puesto que ocupan la ciencia y la técnica en una sociedad moderna y democrática, es preciso que los científicos y técnicos intenten educarlos. Para lograr esta finalidad es preciso organizar grupos de presión y esclarecimiento (*lobbies*) que propongan iniciativas constructivas y críticas a las autoridades de todos los niveles. También ayuda el meter caballos de Troya. Algunos en calidad de parlamentarios, y otros adscriptos durante un tiempo a comisiones parla-

mentarias como consultores. El Congreso de los EE. UU. tuvo un representante de ese tipo, que fue muy eficaz, y algunas de sus comisiones acogen a científicos o técnicos que pasan allí un año sabático interactuando con parlamentarios.

(17) Democratizar y descentralizar el sistema educacional. La centralización y uniformidad que acompañaron la implantación de la enseñanza primaria universal, obligatoria y gratuita introducida por los gobiernos liberales a mediados del siglo XIX, fueron progresistas en su tiempo. Establecieron estándares pedagógicos elevados para su época y vencieron la resistencia de los conservadores.

Hoy día las cosas han cambiado de raíz. El crecimiento de la población general, la urbanización y el aumento del número de años de escolaridad han causado una explosión de la población escolar a todos los niveles. A su vez, este aumento del número de alumnos ha abarrotado las escuelas, sobrecargado las tareas de los docentes, y tornado más rígida e impersonal su relación con las autoridades escolares, y la relación de éstas con el ministerio de educación. La centralización y la uniformidad han dejado de ser virtudes para convertirse en factores de mediocridad y de tiranía burocrática. Esta tiranía sofoca la iniciativa local y, en particular, todo intento de innovación pedagógica.

Si queremos una reforma educacional radical debemos alentar una autonomía de las escuelas y una participación más intensa de maestros, padres e incluso alumnos en el gobierno de la escuela. Dentro de la escuela la autoridad máxima debiera ser la dirección, no el ministerio. El director debería ser un líder, no un burócrata. Y debería ser un demócrata, no un autócrata: debiera escuchar atentamente a todos los interesados, y debiera delegar poder involucrando a todos los interesados. En resumen, el sistema educacional debiera democratizarse y diversificarse.

Pero, como ya lo advirtiera Aristóteles, la democracia participativa sólo puede funcionar bien en comunidades comparativamente pequeñas. Por lo tanto, debe ir acompa-

ñada de la descentralización. Esto es, debemos propender a que las autoridades educacionales, regionales y locales tengan mayor autonomía; a que las escuelas sobrepobladas se dividan en grupos de escuelas más pequeñas (aunque ocupen el mismo edificio); y a que los maestros atiendan a un menor número de alumnos. La descentralización incrementaría la participación de todos los interesados, facilitaría el florecimiento de talento, disminuiría el poder de la burocracia, y facilitaría la adaptación de la escuela a las necesidades regionales.

(18) *Duplicar los gastos públicos en educación.* La ejecución de las reformas que acabamos de sugerir exige un aumento masivo de presupuesto educacional, al doble del actual o más. Esto no sería exagerado en el caso de España porque, pese a haber triplicado desde 1960 el porcentaje del PIB (producto interno bruto) que dedica a la educación, llevándolo al 3,2% en 1986, este es el mismo nivel al que están Angola, Bangladesh, Benin, Brunei, Ecuador, Ghana, Madagastar, Mali y otros países del Tercer Mundo y aun del Cuarto. En cambio Barbados (5,7%), Canadá (7,4%), Cuba (6,2%), Chile (5,2%), EE. UU. (5,3%), Guayana (8,5%), Honduras (5,0%), Jamaica (5,6%), Nicaragua (6,1%), Panamá (5,5%) y Venezuela (6,6%), por no citar sino a países americanos, gastan bastante más que España, relativamente a lo que producen, en educar a la gente (R. Leger Sivard, *World Military and Social Expenditures* [Washington. DC: World Priorities, 1989]).

No creo que sea irrealista proponerse que, al comenzar el siglo XXI, España dedique a la educación la misma fracción de su PIB que hoy le dedican Cuba, Guayana, Venezuela, Malasia, Swazilan o Zimbawe, sobre todo teniendo en cuenta que la distensión de las relaciones internacionales permite un ahorro considerable en los gastos militares. Tal vez no sea realista esperar que España gaste tanto como Arabia Saudita o Libia, o sea, el 10% de su (de por sí elevadísimo) PIB. Pero aún menos realista es suponer que España podrá integrarse cómodamente en la Comunidad Europea si no invierte en educación tanto como sus socios

más aventajados o como los países escandinavos. (Suecia gasta el 7,6% de su PIB en educación.)

Por si fuera necesario decir por qué hace falta invertir más en educación, y muy particularmente en educación científica y técnica, he aquí algunos de los motivos. Primero, porque hay mucho atraso por superar. Baste recordar que el mundo hispánico sigue siendo predominantemente un consumidor, no un productor de ciencia y técnica. Segundo, porque toda inversión en educación es una inversión en recursos humanos y, por lo tanto, en crecimiento económico. Basta leer los anuncios clasificados que publican los periódicos españoles para enterarse de que la demanda de personal calificado, de albañil para arriba, es muy superior a la oferta, pese a que España es el país europeo con mayor tasa de desocupación (Se estima que la sola industria de la construcción en Madrid sufre un déficit de mano de obra de unas 100.000 plazas). El país aún está pagando por la expulsión de los obreros y artesanos moros y judíos y por la adopción de la moral del hidalgo, que prefiere morir de hambre a trabajar con sus manos.

Conclusión

Primero, hay mucho por reformar en las escuelas de todos los niveles y en todos los países, particularmente los que, por un motivo u otro, han permanecido largo tiempo al margen del proceso de modernización. Más aún, no basta una reforma única: se precisa una reforma educacional permanente, porque la ciencia, la técnica y la sociedad cambian de continuo. En particular, es necesario poner el acento en la formación científica y técnica, porque la ciencia y la técnica son los motores de la cultura moderna y son las más difíciles de enseñar y aprender.

La enseñanza de la ciencia y de la técnica cumple tres funciones: cultural, económica y política. Por un lado suple la escasez de investigadores y diseñadores originales. Al mismo tiempo contribuye a que el público adquiera la información y la actitud necesarias para disfrutar de

algunas publicaciones en estos campos y le ampare de los charlatanes.

Segundo, la gente adiestrada en alguna ciencia o alguna técnica puede aspirar a desempeñar una función útil, interesante y bien remunerada en empresas industriales y comerciales modernas, o en organizaciones estatales. En una palabra, la educación científica y técnica es una parte importante de la formación de recursos humanos.

Tercero, la democracia auténtica es participativa, y no hay participación competente en el manejo de la cosa pública a menos que los ciudadanos, cualesquiera sean sus ocupaciones en la vida privada, tengan cerebros bien desarrollados y amoblados. Para que el pueblo sea soberano es necesario, aunque desde luego no suficiente, que sea culto. Y ser culto, hoy día, no significa tan sólo saber un poco de literatura, historia, geografía, filosofía y política, sino también saber algo de ciencia y técnica, o al menos saber que es bueno saber algo de eso.

Lo dicho no entraña que el cultivo y la enseñanza de la ciencia y de la técnica basten para progresar. La humanidad no saldrá adelante si no enfrenta resuelta y mancomunadamente los pavorosos problemas del armamentismo, la degradación ambiental, el agotamiento de los recursos naturales, la sobrepoblación, la pobreza, la injusticia social, la opresión política, las discriminaciones de sexo y de raza, la superstición y la intolerancia. Pero para advertir estos problemas y encararlos con inteligencia hace falta *muchísima* gente capaz de abordarlos racionalmente y de prevalecer sobre los caciques, burócratas y economistas de visión tradicional, sectorial y miope.

Sólo los propios científicos, técnicos y educadores se dan cuenta de la enormidad del atraso científico y técnico del mundo hispanico, así como de las reformas a fondo necesarias para superarlo y, por lo tanto, de la magnitud de los recursos humanos y financieros que será preciso invertir a muy corto plazo. Este conocimiento no les otorga un privilegio sino que les impone el deber de tomar la iniciativa para abordar el problema de manera global, constructiva y

vigorosa. De este modo podrán contribuir a la integración de España en la nueva Europa, y al regreso de Hispanoamérica, hoy postrada, a la carrera del desarrollo.

NO HAY DESARROLLO SIN CIENCIA*

Me propongo defender tres tesis. La primera es que, puesto que la ciencia es la madre de la técnica, y que ambas son los motores intelectuales de la civilización moderna, no hay desarrollo nacional sin ciencia. Mi segunda tesis es que la investigación científica es la gallina de los huevos de oro. Mi tercera tesis es que hay maneras de criar esta gallina, y otras tantas de matarla.

1. La investigación básica es el motor de la cultura intelectual y la madre de la técnica

La investigación básica consiste en la búsqueda de la verdad independientemente de su posible uso práctico, el que acaso jamás llegue. Es la investigación que hacen los matemáticos, físicos, químicos, biólogos, científicos sociales y humanistas. Es sabido que la investigación básica alimenta a la técnica sin ser técnica ella misma, porque la técnica diseña medios para cambiar el mundo en lugar de estudiarlo.

* Discurso de Mario Bunge al recibir el doctorado Honoris Causa en la Universidad de Salamanca y publicado en el libro *Estrategias de la investigación científica* (2009). Lima, Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

El distintivo de la *American Association for the Advancement of Science* es un par de círculos concéntricos. El círculo central es dorado y simboliza la técnica mientras que el anillo exterior es azul y simboliza la ciencia. La idea es que la ciencia nutre a la técnica. Esta idea podría ampliarse, inscribiendo el círculo en un cuadrado que simbolice la cultura moderna.

En efecto, la cultura moderna, a diferencia de las culturas anteriores, se caracteriza por su dependencia de la investigación básica. Si ésta se detuviera, ya por falta de vocaciones, ya por falta de fondos, ora por censura ideológica, ora por decreto, nuestra civilización se estancaría, y pronto decaería hasta convertirse en barbarie.

Baste recordar lo que sucedió con la ciencia básica bajo el fascismo, y con la biología, la psicología y las ciencias sociales bajo el stalinismo. Sirvan esas experiencias nefastas para alertar contra la confusión que esconde el barbarismo “tecnociencia”, de moda entre los sociólogos del conocimiento que no saben distinguir la ciencia de la técnica.

Las mejoras, los avances menudos, la elaboración de ideas básicas, pueden planearse y encargarse. En cambio, los grandes inventos, como los grandes descubrimientos conceptuales, no pueden planearse ni encargarse, porque son producto del ingenio estimulado por la curiosidad.

Es posible programar una máquina o una tarea rutinaria, pero es imposible programar un cerebro original. Lo que sí es posible es educar un cerebro receptivo e inquieto. Esto es lo que hace todo intelectual disciplinado: él va esculpiendo su propio cerebro a medida que va aprendiendo y creando.

Puesto que la espontaneidad no es programable, hay que darle oportunidades antes que órdenes. Hay que fomentar la curiosidad, y con ella la creatividad científica o artística sin esperar resultados inmediatos. La exigencia de resultados inmediatos garantiza la mediocridad, el desaliento, e incluso el fracaso. Por ejemplo, ciertos gobiernos actuales pretenden hacer la guerra al terrorismo, sin entender que es imposible

hacer la guerra a células secretas, y sin entender que los terroristas, como los cruzados, no lo son de nacimiento, sino que son productos de ciertas circunstancias y de una educación fanática.

El terrorismo, tanto el de abajo como el de arriba, no terminará si no se transforman esas circunstancias y si no se hace un esfuerzo por entender la psicología y la sociología del terrorista. Tanto en política como en medicina, más vale prevenir que curar. Y cuando se trata de curar hay que buscar y emplear remedios eficaces en lugar de grasa de culebra. Y eso requiere investigación seria antes que receta ideológica. A su vez, los resultados de la investigación se hacen esperar.

Siempre hay que esperar para cosechar frutos, sean comestibles, sean conceptuales. Por ejemplo, Apolonio describió las secciones cónicas unos 200 años a.C., pero nadie las usó con provecho hasta que Galileo empleó la parábola para describir la trayectoria de las balas, y Kepler la elipse para describir las trayectorias planetarias. Transcurrieron casi 18 siglos entre la investigación matemática y sus primeras aplicaciones. Hay café instantáneo pero no puede haber fruto instantáneo del cafeto.

Las investigaciones desinteresadas de Ampere y Faraday no rindieron frutos prácticos sino cuando Henry inventó el motor eléctrico. Las ecuaciones de Maxwell y las mediciones de Hertz sólo sirvieron para entender el electromagnetismo, hasta que Marconi las usó para inventar la radio. Thomson, el descubridor del electrón, no pudo anticipar la industria electrónica. Rutherford, el padre de la física nuclear, nunca creyó que sus trabajos darían lugar a la ingeniería nuclear ni a las plantas nucleares.

Otro ejemplo: los inventores de la física cuántica no soñaron que ella serviría para diseñar ordenadores y, con ellas, un nuevo sector poderoso de la industria. Crick y Watson no previeron la emergencia de poderosas firmas biotécnicas pocas décadas después de anunciar la estructura del ADN.

La unión de la ciencia con la técnica es tan íntima, que no se puede mantener facultades de ingeniería al día sin el concurso de departamentos de matemática, física, química, biología y psicología. Por ejemplo, el bioingeniero que se ocupa de diseñar prótesis tiene que aprender bastante anatomía y fisiología humanas, y el experto en administración de empresas tiene que aprender bastante psicología, sociología y economía.

La historia de la ciencia y de la técnica sugieren algunas moralejas de interés para quienquiera que se interese en políticas culturales. He aquí tres de ellas. Primera: Es deseable fomentar la ciencia básica, no sólo para enriquecer la cultura, sino también para nutrir la técnica, y con ella la economía y el Estado. Segunda: Puesto que el conocimiento humano es un sistema, en el que todo componente interactúa con otros constituyentes, es preciso fomentar todas las ramas de la cultural intelectual, así como promover la construcción de puentes entre ellas. Tercera: La ciencia y la técnica no avanzan automáticamente, a despecho de las políticas culturales, sino que son muy sensibles a estas políticas. Por este motivo, hay que averiguar cuáles son sus estímulos y sus inhibidores. Empecemos por estos últimos.

2. Los siete enemigos de la investigación básica

Sugiero que los principales enemigos de la ciencia básica son los siguientes.

1/ *Mala enseñanza de la ciencia*: autoritaria, datista, memorista, y tediosa.

2/ *Educadores y administradores miopes*, que ignoran que no se puede descuidar ninguna rama importante del conocimiento, porque todas estas ramas interactúan entre sí, por lo cual las especialidades estrechas son efímeras.

3/ *Pragmatismo*: creencia de que se puede conseguir huevos sin criar gallina. Los gobiernos norteamericanos más retrógrados recortaron los subsidios a la investigación en ciencias sociales, pero conservaron o aumentaron los

subsidios a las ciencias naturales. Se estima que cerca de la mitad de los aumentos sensacionales de la productividad industrial norteamericana ocurridos desde el fin de la segunda guerra mundial se deben a que los gastos en investigación básica ascienden al 3 % del producto interno bruto, o sea, varias veces lo que gasta España.

4/ *Neoliberalismo y el consiguiente debilitamiento de las organizaciones estatales, en particular las universidades nacionales.* El ejemplo canadiense es elocuente: el gobierno conservador de la década del 80 decretó que los científicos tendrían que buscar fondos en el sector privado. Dado que no los encontraron, el resultado neto de esta política utilitarista es que los gastos por estudiante han disminuido en un 20%, en tanto que los gastos norteamericanos han aumentado en un 30% durante el mismo período. El gobierno liberal inició una rectificación de este curso desastroso, pero obró tarde e insuficientemente. Mientras tanto, centenares de investigadores canadienses emigraron, y miles de estudiantes desistieron de estudiar ciencias.

5/ *Oscurantismo tradicional:* fundamentalismo religioso, ciencias ocultas, homeopatía, psicoanálisis, etc., y la censura ideológica concomitante. Por ejemplo, el gobierno anterior de la India, comprometido con la religión hindú promovió los estudios universitarios de astrología y de medicina védica. Otro ejemplo es la restricción a la investigación de las células totipotentes para complacer a unos teólogos retrógrados.

6/ *Oscurantismo posmoderno:* “pensamiento débil”, retorismo, deconstruccionismo, existencialismo, y la filosofía femenina que considera la ciencia, y en general la racionalidad y la objetividad, como “falocéntricas”.

7/ *Constructivismo-relativismo* en filosofía, sociología e historia de la ciencia, doctrina que niega la posibilidad de hallar verdades objetivas, e imagina trampas políticas tras los teoremas más inocentes, con lo cual desanima la búsqueda de la verdad, lo que a su vez empobrece la cultura.

Dejemos ahora estas reflexiones y admoniciones pesimistas, y veamos qué puede hacerse para promover la búsqueda de la verdad por la verdad.

3. Qué hacer para promover la investigación básica

Propongo que una manera de promover el avance del conocimiento básico es adoptar, elaborar y poner en práctica las medidas siguientes:

1/ *Enseñar más ciencia, y enseñarla mejor*, en todos los niveles, así como montar museos y espectáculos científicos. Emular las innovaciones en enseñanza de la ciencia introducidas por el biólogo chileno Dr. Jorge Allende.

2/ Aumentar los subsidios a la investigación básica, particularmente en los sectores más descuidados.

3/ Formar más doctores en ciencias, enviando becarios al exterior si no hay quien forme en el país.

4/ Ofrecer becas a estudiantes interesados en ramas descuidadas o emergentes de la ciencia básica, tales como matemática, física de líquidos, química teórica, neurociencia cognitiva, psicología del desarrollo, socio-economía, sociología política, macroeconomía, investigación operativa, sociolingüística, y filosofía exacta.

5/ Iniciar o reforzar proyectos de investigación regional, a cargo de equipos de investigadores provenientes de dos o más naciones vecinas.

6/ Reforzar la participación de investigadores en el diseño de políticas culturales y planes de enseñanza.

7/ Aliviar a los investigadores de tareas administrativas.

8/ Denunciar las imposturas intelectuales, tales como el “creacionismo científico” y las medicinas alternativas, y fomentar en cambio el pensamiento crítico, el debate racional y la divulgación científica.

9/ Resistir el movimiento de privatización de las universidades. Las funciones específicas de la Universidad son producir y difundir conocimiento, no hacer dinero; por consiguiente, la Universidad debe seguir siendo dirigida por académicos, no por empresarios, burócratas ni comisarios.

Termino. De todos los sistemas que constituyen una sociedad, el sistema cultural es el más vulnerable a los choques económicos y políticos. Por esto, es el sistema social que hay que manejar con mayor cuidado y alimentar con mayor dedicación, sin esperar otros rendimientos inmediatos que su propio enriquecimiento.

Dada la centralidad de la ciencia en la cultura y la economía modernas, es aconsejable adoptar la política del gobierno surcoreano. Cuando la economía surcoreana entró en crisis, hace un decenio, en lugar de recortar los subsidios a la investigación básica, el gobierno surcoreano resolvió incrementarlos hasta alcanzar el 5% del PIB. El resultado está a la vista: la producción científica surcoreana sobrepasa hoy a la india, pese a que la ciencia india empezó un siglo antes que la coreana.

No es que el dinero genere ciencia, sino que, sin él, la ciencia languidece. Quien quiera comer huevos, que alimente a su gallina. Y quien desee preservar una buena tradición deberá enriquecerla, porque la permanencia sólo se consigue a fuerza de cambios.

POLÍTICA Y MORAL*

Hace medio siglo la máxima amenaza a la especie humana era el nazifascismo, porque se proponía sojuzgar a todos los pueblos, esclavizar a casi todos los seres humanos, exterminar etnias enteras, destruir gran parte de la cultura, y someter el resto a sus designios criminales. Las alternativas para todos eran *libertad o sumisión, y racionalidad o bestialidad*. Para algunos, los insumisos y los miembros de las razas supuestamente inferiores, la alternativa era de vida o muerte. En esa época todos los seres humanos decentes, racionales o informados estábamos contra el nazifascismo y a favor de los que luchaban contra este monstruo, en particular los republicanos españoles.

Medio siglo después, la máxima amenaza a la humanidad es aun más grave que el nazifascismo: es el partido de la guerra nuclear global. Es más grave porque, de desatarse, esta guerra causaría la muerte de todos los seres vivos en nuestro planeta, ya de inmediato, ya al cabo de días o semanas, a causa de la radioactividad, los incendios, y las cenizas que saturarían la atmósfera al punto de impedir el

* Texto inédito, elaborado por Mario Bunge para la Foundation Philosophy of Science Unit, McGill University, Montreal / Faculté des Sciences, Université de Genève, Ginebra.

paso de los rayos solares. Ya no hay sino una alternativa para todos los seres vivos terrestres: *supervivencia o extinción*.

Hoy ya no se trata de la posible muerte de muchos y del esclavizamiento de casi todos sino del *omnicidio*, o destrucción irreversible de toda la biosfera. Por este motivo, en la actualidad todos los seres humanos decentes racionales e informados debiéramos bregar por el desarme nuclear total y definitivo. Esta debiera ser la meta suprema de todos, porque ni siquiera los millonarios, mandatarios, generales y fabricantes de armas sobrevivirían la hecatombe nuclear total. En ella no habría vencedores ni vencidos, sino solamente exterminados: combatientes y civiles, ricos y pobres, genios y cucarachas sucumbirían fuera y dentro de los refugios nucleares.

Obsérvese que he unido un concepto político, el de guerra nuclear total, con los conceptos de racionalidad, conocimiento, y decencia. El ingreso de los conceptos gnoseológicos de racionalidad y conocimiento en un discurso político no debe sorprender, porque sin racionalidad y conocimiento no hay política eficaz. En cambio, el ingreso del concepto moral de decencia podrá sorprender tanto a políticos como a politólogos, quienes sospecharán acaso que se trata de uno de esos recursos retóricos a que nos tiene acostumbrados el Presidente Reagan en sus sermones y filípicas. En efecto, en los campos de la política y de su estudio suele privar la tesis amoralista de Macchiavelli y Lenin, de que la política es ajena a la moral, puesto que el príncipe (o dictador, o presidente) no debe parar en medios para lograr sus fines. Veamos si los amoralistas tienen razón.

1. El fin no justifica los medios

Durante la década del 30 algunos republicanos españoles creían que no había que parar en medios para combatir a la derecha. Por consiguiente, tomaron la ley en sus manos, violando así una norma básica de la conducta civilizada, y se pusieron a fusilar sin juicio previo a individuos sospe-

chosos de simpatizar con la derecha, y en particular con los llamados ‘nacionales’. Así como estos se ensañaban con los maestros y los intelectuales, aquéllos la emprendían contra sacerdotes y señoritos y profanaban templos. Estos actos de barbarie, casi todos impunes, le restaron a la República el apoyo de mucha gente, tanto en el país como en el exterior. Hubo quienes tuvieron la impresión de que no se luchaba por defender la República democrática contra los facciosos y sus aliados alemanes e italianos, sino que se intentaba hacer una revolución social que acabara en la anarquía.

Hoy día muchos miembros del partido de la guerra nuclear global, aunque demócratas, están dispuestos a aliarse con neofascistas, e incluso a morir, con tal de aplastar al comunismo y aun a los movimientos campesinos y de liberación del dominio extranjero. Estos individuos, celosos defensores de los derechos humanos en sus propios países, profesan un anticomunismo visceral y adoptan la misma máxima maquiavélico-leninista de sus enemigos, a saber, *El fin justifica los medios*. En consecuencia, apoyan a todos los regímenes autoritarios de derecha, combaten a todos los de izquierda, e insisten en proseguir la carrera armamentista que nos está arrastrando al abismo. Su consigna es *Better dead than red*, o sea, “Más vale muertos que rojos”.

El principio maquiavélico-leninista es falso y peligroso. Los medios de que nos valemos para conseguir nuestros fines importan tanto como éstos. Si torturamos a los malos, nos maleamos nosotros mismos, Si matamos legalmente a los asesinos, nos convertimos nosotros mismos en asesinos. Si combatimos el terrorismo de las pequeñas bandas de fanáticos con el terrorismo de Estado, nos convertimos nosotros mismos en terroristas y asesinos de culpables e inocentes por igual. Si adherimos a alianzas militares agresivas o seguimos acumulando armamento ofensivo, con el pretexto de salvaguardar paz aumentamos el peligro de guerra. Si perseguimos a los enemigos de la libertad, en lugar de limitarnos a defendernos de ellos, conculcamos la libertad. Si censuramos la prensa opositora por reaccionaria, nos convertimos nosotros mismos en reaccionarios. Si

prohibimos las creencias irracionales, coartamos la libertad de pensamiento y con ello favorecemos el irracionalismo. Si imponemos por la fuerza una ideología por racional y buena que ella nos parezca, caemos en el dogmatismo y quizá incluso en el fanatismo. En suma, si el medio es malo, la mejor de las metas se torna inalcanzable.

Es verdad que no se puede hacer una tortilla sin romper huevos, pero esta regla no puede tomarse por parangón en política, ya que no hay nada malo en romper huevos. La metáfora adecuada es otra, a saber, el *remedio no debe matar al enfermo*. Hay remedios desagradables y operaciones dolorosas, pero unos y otros son justificables si salvan la salud, e injustificables si la empeoran. Toda acción humana, por buenos que sean sus efectos, tiene efectos colaterales negativos. Debemos estar dispuestos a apechugar con estos si la meta vale la pena, pero a condición de que los medios elegidos no comprometan la meta misma. Si rompemos los huevos empleando cartuchos de dinamita no lograremos hacer la tortilla, e incluso pondremos en peligro nuestra propia vida.

Puesto que los medios importan tanto como los fines, toda vez que nos propongamos alcanzar una finalidad dada debemos pensar bien antes de actuar: debemos hacer un análisis de probables costos y beneficios. Una finalidad de este análisis debiera ser el impedirnos emplear medios cuyo coste exceda el valor de lo que nos proponemos conseguir. De lo contrario imitaremos al general norteamericano que ordenaba el bombardeo de aldeas vietnamitas para salvarlas del comunismo. O imitaremos a Stalin, quien, con el pretexto de salvar la pureza del comunismo, ordenaba el fusilamiento de todos los comunistas de quienes sospechaba que discrepaban de él.

Si amamos a una persona, nos abstendremos de besarla cuando estamos aquejados de una enfermedad contagiosa. Si somos demócratas auténticos no intentaremos imponer la democracia, porque ésta sólo se aprende participando desde abajo en la gestión de la cosa pública: desde arriba a lo sumo se puede dar buen ejemplo. Si apreciamos más la

paz que la victoria, accederemos a destruir todas las armas ofensivas y a dismantelar todas las alianzas ofensivas. Si nos interesa el progreso político no ayudaremos a los enemigos de la libertad ni encarcelaremos a los disidentes, a menos que cometan actos criminales.

Una persona sólo es racional a medias, conocedora a medias, y decente a medias, si escoge medios malos para lograr sus fines, por admirables que éstos sean. Una sociedad de beneficencia no es tal si trafica con drogas, o arrea con los ahorros depositados en un banco, para hacerse de medios para auxiliar a los menesterosos. Un gobierno no es bueno si se prepara para la guerra sin esforzarse por mantener o alcanzar la paz. (*Si vis pacem, para pacem.*) Un político no es racional, conocedor ni decente si no entiende que los medios importan tanto como los fines, y que en los tiempos que corren el problema supremo es el de la posibilidad de omnicidio.

El dilema *supervivencia o extinción* es el dilema político y moral supremo de nuestro tiempo. Político, porque resulta de la confrontación de dos regímenes políticos y, como tal, sólo podrá ser resuelto por medio de negociaciones políticas, o sea, de concesiones mutuas y de cooperación activa para apagar todos los focos posibles de conflicto internacional. Y es también el problema moral supremo, no sólo porque involucra la posibilidad del asesinato en escala máxima, sino también porque, como ha dicho el R. P. Theodore Hessburgh, rector de la universidad católica norteamericana de Notre Dame, si no quedase gente por efecto de la hecatombe nuclear, tampoco quedarían problemas morales por resolver.

2. Hacia una moral para evitar el ocaso nuclear

En tiempos antiguos la desintegración de un orden social favorecía la emergencia de cultos de salvación, ya fuese terrenal o ultraterrenal. Hoy día las sociedades, tanto las de Oriente como las de Occidente, las del Norte como las del Sur, están amenazadas por fuerzas inmensamen-

te más destructivas que las conocidas en otros tiempos. Tales son la guerra nuclear, la degradación del ambiente, el agotamiento de los recursos naturales, las hambrunas masivas, la decadencia cultural, y la corrupción moral. En estas circunstancias la fe religiosa no siempre puede ayudar. De hecho, puede empeorar las cosas, como ocurre con el fundamentalismo, sea islámico, cristiano, o judío.

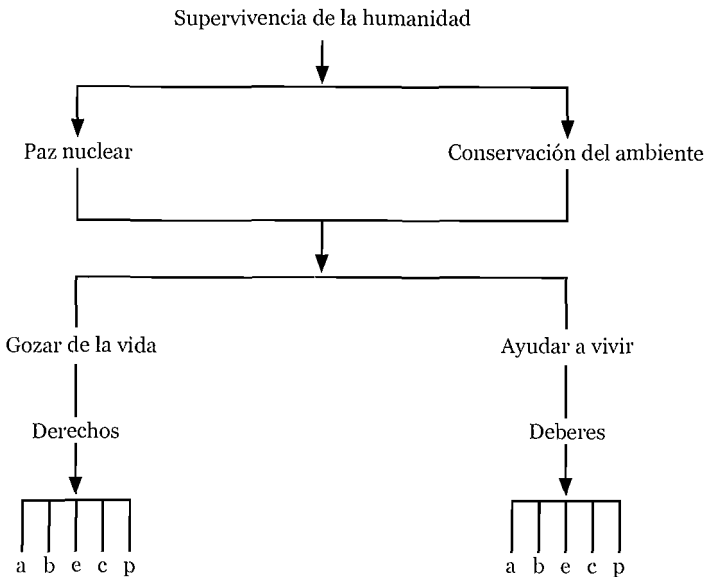
Lo que necesita la sociedad actual no es otra religión de salvación, si no una *moral racional de salvación*. Necesitamos un conjunto de reglas de conducta social fundadas sobre el conocimiento científico de la sociedad, y que pongan el acento sobre la cooperación antes que la competencia. Esta moral debiera tener por meta suprema la supervivencia de la especie humana antes que la felicidad individual o la supremacía de algún grupo privilegiado.

Puesto que la humanidad no sobrevivirá sin desarme nuclear y sin protección del ambiente, estas dos medidas se siguen de la regla que manda procurar la supervivencia de la especie humana. No es necesario abundar en detalles acerca de los beneficios inmediatos y a largo alcance de las medidas que se tomen en favor de la paz y del ambiente. Uno de los muchos beneficios inmediatos del desarme nuclear sería la liberación de enormes recursos materiales e intelectuales que podrían aplicarse a la regeneración del ambiente, por ejemplo a la recuperación de los desiertos y la reforestación.

Pero la paz nuclear y la restitución del ambiente, con ser logros estupendos, no bastarían para impedir futuras aventuras predatorias, tanto bélicas como industriales. Esos éxitos no bastarían para inspirar a la mayoría de nuestros congéneres a dedicar la vida a trabajar por un futuro individual y social mejor. Para trabajar bien es necesario estar motivados por un credo positivo que nos aliente por un lado y que por otro nos impida descarriarnos. Todos necesitamos un credo positivo, esto es, que no se limite a mandamientos negativos, tales como "No intentes ganar una guerra nuclear" y "No sigas degradando la naturaleza". Necesitamos una moral positiva que nos aliente a gozar de la vida sin hacerla a costillas del prójimo. Una moral de este tipo ayudaría a

contrarrestar el pesimismo actual respecto de la inevitabilidad del holocausto nuclear y de la degradación del ambiente.

Ahora bien, no es preciso estrujarse los sesos para dar con la moral que necesitamos. Ya la Revolución Francesa de 1789 produjo el germen de dicha moral, a saber, la consigna *Liberté, égalité, fraternité*. Esta consigna sigue figurando en las monedas francesas pero nunca se llevó a la práctica, si bien ha inspirado a muchos en el curso de los dos últimos siglos. Para aquéllos que, a fuerza de verla y oírla, han olvidado lo que significa, acaso convenga traducirla por esta otra, menos solemne aunque equivalente: *Goza de la vida y ayuda a vivirla* (véase el Cuadro 1).



Cuadro 1. Jerarquía de las reglas morales. El principio supremo de la supervivencia de la especie humana y sus dos consecuencias inmediatas. Seguidamente el credo positivo: Gozar de la vida y ayudar a vivir. Derechos y deberes de cinco clases: ambientales (p. ej. el derecho de gozar del aire libre y el deber de no contaminarlo), biológicos (p. ej. el derecho de amar y el deber de proteger la vida del prójimo), económicos (p. ej. el derecho a trabajar y el deber de hacerlo bien), culturales (p. ej. el derecho a informarse y el deber de enseñar), y políticos (p. ej. el derecho a elegir dirigentes y el deber de velar por que estos dirigentes cumplan con lo ofrecido en la elección).

Este mandamiento implica todos los derechos viables y deseables, comenzando por el derecho a buscar la felicidad, y todos los deberes asociados a dichos derechos, comenzando por el deber de practicar la ayuda mutua. En lugar de proclamar una tabla de derechos sin deberes, al estilo libertario, o una tabla de deberes sin derechos, al estilo autoritario, debiéramos adoptar una tabla de derechos con sus deberes asociados. No debiera haber derechos sin deberes, ni deberes sin derechos. El derecho a gozar de los bienes públicos, tales como hospitales, escuelas y medios de comunicación, conlleva el deber de contribuir a sostenerlos, por ejemplo pagando impuestos. Y el deber de mantener los servicios públicos en buen estado conlleva a su vez el derecho a exigir que ellos sean prestados equitativamente en lugar de estar reservados a una minoría.

Ahora bien, tanto los derechos como los deberes pueden ser positivos o negativos: pueden estimular o inhibir. Por ejemplo, el derecho al trabajo es positivo, mientras el derecho a rehusar servir a un patrón tiránico es un derecho negativo. Y el deber de compartir lo que se tiene o sabe es positivo, mientras que el deber de no emplear la violencia es un derecho negativo. Así tenemos, en definitiva, una división cuatripartita de las reglas morales (véase el Cuadro 2).

Cuadro 2. División cuatripartita de las reglas morales

Ejemplos de derechos positivos	Ejemplos de deberes positivos
- Gozar sin perjudicar al prójimo.	- Compartir.
- Hacerse de amigos.	- Ayudar.
- Trabajar.	- Ganar lo que se obtiene.
Ejemplos de derechos negativos	Ejemplos de deberes negativos
- Rehusarse a oprimir o explotar.	- No usar a la gente.
- Rehusarse a hacer una tarea para la cual no se está capacitado.	- No emplear la violencia.
- No dejar pasar la oportunidad.	- No tolerar la crueldad o la injusticia.

Conclusión

El principio maquiavélico-leninista, según el cual el fin justifica los medios, es falso y nocivo, porque el empleo de un mal medio es malo en sí mismo y compromete los ideales más admirables. Por ejemplo, la comisión de actos crueles o injustos no acaba con la crueldad ni con la injusticia. Por este motivo, la política no puede hacer bien al margen del bien y del mal. Una política amoral es necesariamente inmoral y educa a las gentes en el encallecimiento moral.

El problema supremo que enfrenta la humanidad medio siglo después de la agresión nazifascista es aun más grave que aquella, a saber, el dilema: supervivencia o extinción de la biosfera por efectos de una (la) guerra nuclear global. Para sobrevivir es indispensable conseguir el desarme nuclear total. Y para esto es preciso que las gentes comprendan que los enemigos públicos número uno del momento son quienes atizan la carrera armamentista y entorpecen las negociaciones en vistas a reducir y eventualmente eliminar el armamento nuclear.

Sin embargo, esto no basta, tanto más por cuanto ni siquiera en las democracias políticas el público ejerce una influencia decisiva en materia de política internacional. También necesitamos un código moral positivo que rija nuestras vidas y las haga más deseables y, con ello, contribuya a hacernos comprender lo que perdemos al proseguir la carrera armamentista. Dicho código debiera también contribuir a parar el proceso de decadencia cultural y moral que acompaña al desaliento causado por la falta de confianza en el futuro.

El código moral que mejor puede contribuir a reorientar nuestras vidas individuales y nuestra conducta social es el basado sobre el principio *Goza de la vida y ayuda a vivir*. Semejante código aúna los derechos individuales con los deberes sociales, de modo que no es egocéntrico ni sociocéntrico. Los derechos y deberes vienen en parejas, y pueden distribuirse en cinco categorías: ambientales, biológicos, económicos, culturales, y políticos. El dejar

lado cualquiera de estas cinco categorías, limitándose por ejemplo a lo económico o a lo ambiental, es dar muestras de una ignorancia radical del hombre y de la sociedad. El diseño de un código moral ajustado a los terribles tiempos que vivimos supone, pues, algunos conocimientos de ciencias sociales. De donde resulta que no hay moralidad adecuada sin ciencia, así como no hay política adecuada sin moral racional de supervivencia.

Antaño podía haber y hubo política sin ciencia o sin moral: el daño, aunque cierto, podía quedar circunscripto a una región y una época. Hoy día la política, la ciencia y la moral forman un triángulo en el que está inscripto el mundo entero. Quien ignore esta evidencia puede contribuir a la extinción de la especie humana. Unámonos todos los seres decentes, racionales e informados para hacer que el triángulo nos sea favorable. Y unámonos todos los amantes de la vida contra los maquiavélicos y los aspirantes a omnicidas, haciéndoles saber que *no pasarán*.

EL ESTILO DE RUSSELL*

Lo que más interesa en Russell, como en cualquier otro filósofo de primera magnitud, no es tal o cual particular doctrina que ha expuesto, sino el problema que la originó y el modo de tratarlo. Es decir, interesa más en Russell el filosofar que las filosofías que resultaron de ese filosofar. Lo característico de su manera de hacer filosofía es, en mi opinión, que se desenvuelve en las siguientes etapas: 1) descubrimiento de un problema auténtico e importante; 2) estudio del contexto del problema; 3) chispazo sugerido por dicho estudio; 4) elaboración de las consecuencias de la conjetura; y, 5) crítica de la solución. Vale la pena estudiar con algún detalle este proceso, porque en el fondo es el mismo que se da en la investigación científica, pese a que aún hay quienes creen que ésta no es primordialmente una sucesión de problemas, sino una sucesión de observaciones.

En primer lugar, Russell advierte o escoge problemas genuinos e importantes relativos a la realidad y a su conocimiento. Desdeña en cambio los problemúculas bizantinos, tales como los verbales. Él mismo lo dice en su penetrante

* Tomado en parte de "Bertrand Russell y la teoría del conocimiento", contenido en el volumen colectivo *La filosofía de siglo XX y otros ensayos* (Montevideo: Alfa, 1962), pp. 89-100. [N. de M. Bunge].

y aplastante crítica de la neosofística inaugurada por el segundo Wittgenstein y tan de moda en Oxford y en los EE. UU.: “En común con todos los filósofos anteriores al segundo Wittgenstein, mi objetivo fundamental ha sido el de comprender el mundo lo mejor posible, separando lo que pueda contar como conocimiento de lo que debe rechazarse como opinión infundada”.¹ Lo que le interesa a Russell son problemas serios; en cambio, del segundo Wittgenstein, que tanta atracción ejerce sobre los espíritus superficiales, dice que “parece haberse cansado del pensamiento serio y haber inventado una doctrina que haría innecesaria tal actividad. No creo ni por un segundo que sea verdadera una doctrina que tiene esas perezosas consecuencias”.² El filósofo perezoso se resiste a aprender cosas nuevas; es, en esto, el hombre más parecido al patán orgulloso de su enciclopédica ignorancia. Russell, en cambio, es quizá el hombre que ha estudiado más disciplinas en nuestros días.

La elección del tipo de problemas lleva automáticamente a la segunda etapa del proceso de filosofar. En esta segunda etapa, Russell averigua qué se sabe sobre el problema y, en particular, qué se sabe con algún fundamento, esto es, qué ha averiguado la ciencia hasta el momento. Por ejemplo, no tratará el problema de la percepción ignorando todo cuanto al respecto pueden decirnos la física, la fisiología y la psicología; en particular, no lo tratará como un problema lingüístico, o al menos no se contentará con averiguar los diversos usos del verbo ‘conocer’. De esta manera, no sólo pisará terreno actual y fundamental, sino que se proveerá de un rico surtido de ejemplos y de leyes, materia prima de su meditación ulterior, capaz de sugerirle ideas o de ponerlas a prueba. El mismo Russell nos dice, en una de sus críticas a la nueva sofística, que “[u]na filosofía que haya de tener algún valor debiera construirse sobre amplios y firmes fundamentos cognoscitivos que no sean específicamente filosóficos. Tal conocimiento es el suelo del que extrae su vigor el árbol de la filosofía. La filosofía que no se nutre de este suelo pronto se marchita y deja de crecer.”³

1 My Philosophical Development (London: Allen & Unwin, 1959), pp 217.

2 Ibid.

3 Op. cit., p. 230.

Dejar de crecer, dejar de desarrollarse: he aquí lo que ocurre con toda escuela filosófica limitada como está (por definición de 'escuela') a un círculo de problemas y de métodos, y acaso también de postulados. Es lo que no ha ocurrido con Russell ni, por cierto, con Carnap, Popper, y algún otro filósofo a quien Russell admira. La última obra filosófica importante de Russell, publicada a sus 87 años de edad, no se llama *Mi filosofía* sino *Mi desarrollo filosófico*. ¿Qué desarrollo filosófico pueden esperar quienes prefieren los problemas minúsculos y no aprenden algo nuevo cada día? ¿Qué ideas nuevas pueden tener? Esta pregunta nos lleva a la tercera etapa de la labor filosófica de Russell.

En esta tercera etapa, la meditación sobre el problema elegido y el estudio sobre su contexto científico y acaso (pero no necesariamente) histórico le sugieren posibles soluciones. Las ideas nacen embrionarias, oscuras y en tropel; lo difícil, para quien no sea Russell, es controlarlas y aclararlas a todas. Es la etapa de los chispazos, de las intuiciones intelectuales. Unas pocas podrán constituir la clave para resolver el problema dado; la mayoría serán falsas y será preciso rechazarlas, ¿Cómo saberlo si, perezosamente, o paranoicamente, las lanzamos sin previa elaboración, para consumo de los fieles de la escuela, de los divulgadores y comentaristas de ideas ajenas? El pensador responsable, sea en filosofía, sea en ciencia, no publica sus intuiciones toscas pues sabe que, tal como nacen, son casi todas inadecuadas: las unas pecan por falsas, las otras por oscuras, y todas por embrionarias. Se impone una cuarta etapa.

En esta cuarta etapa Russell aplica toda la ferretería analítica necesaria, con el fin de extraer las consecuencias lógicas de sus conjeturas y, así, poder ponerlas a prueba. Pero no basta esta tarea de análisis -por así decir- deductivo: hay que descubrir las premisas que pueden fundar las hipótesis. Hay que descubrirlas no sólo porque ya pueden ser conocidas (como verdaderas o como falsas) sino porque, de ser nuevas, nos proporcionarán la base de una teoría nueva. En esta etapa Russell, el lógico incomparable, se demorará a menudo, sea porque advierte la necesidad de crear nuevas

herramientas lógicas, sea porque, en un momento dado de su evolución filosófica, crea que “todo problema filosófico, cuando se lo somete al necesario análisis y purificación, resulta o bien que no es filosófico o bien [...] que es lógico”.⁴

Sin embargo, el panlogismo no le satisface por mucho tiempo: pronto aborda problemas gnoseológicos y semánticos fundamentales; por ejemplo, el problema de la naturaleza de los llamados entes teóricos tales como el átomo, o el propio concepto de objeto físico. Sea como fuere, si Russell encuentra que sus conclusiones son satisfactorias y que también lo son las premisas que en última instancia las implican, termina pro tempore el grueso de su investigación. Ya tiene una teoría que sus admiradores y críticos repetirán o censurarán durante decenios. Pero la satisfacción es momentánea: el permanente escéptico que hay en Russell, y el hombre honesto que no se propone crear una escuela de discípulos sumisos, sino simplemente saber y hacer pensar, pasa a la quinta etapa.

En esta quinta etapa Russell critica su propia solución con todo candor: muestra sus limitaciones y sugiere él mismo contraejemplos y posibles soluciones mejores. Obra, a este respecto, lo mismo que el científico que cierra su comunicación con una discusión crítica de los procedimientos y resultados que ha obtenido. No siempre llega esta etapa crítica en seguida, después de elaborada la teoría; él mismo, enamorado momentáneamente de su criatura, puede no advertir sus imperfecciones hasta pasados unos años. Pero el momento crítico llega inexorablemente. Sus teorías anteriores le sirven a Russell, entonces, de objeto de análisis y no ya de herramienta. Saltan entonces los críticos que señalan que Russell se contradice. La verdad es que ya no es el mismo Russell: las moléculas de su cuerpo se han renovado íntegramente una vez por año, los problemas que le ocupan también; ha leído y discutido mucho, sobre todo consigo mismo. Es ya otra persona que lleva el mismo nombre. Hay, sin embargo, un invariante de estas meta-

4 *Our knowledge of the External World* (1914; London: Allen & Unwin, 1949), p. 42.

morfosis filosóficas que acompañan a las transformaciones físicas y síquicas: es el método filosófico, la manera de elegir, plantear y tratar problemas filosóficos. Este método es, en esencia, el método de la ciencia. Por esto vale la pena leer a Russell: para aprender a filosofar, aunque se disienta con muchos de los resultados de su tarea.

Que hay motivos de discrepancia, nadie mejor que el propio Russell lo ha señalado. Mencionaré un par de dificultades que no han sido explotadas por los críticos de Russell (entre quienes me cuento). En primer lugar, la teoría de los nombres propios. Russell propone eliminar los particulares, es decir, sustituirlos por construcciones lógicas en las que sólo aparezcan universales. Así, por ejemplo, esa mesa que tenemos a la vista será considerada como un haz de cualidades copresentes, existentes juntamente aquí y ahora: en lugar de referimos a ella por su nombre o mediante una descripción (p. e. "la mesa del escritorio"), habrá que referirse a ella como a cierto haz de numerosas propiedades, entre las que figurarán sus coordenadas de espacio y de tiempo. En otras palabras, la cosa y el suceso quedan sustituidos por un conjunto de cualidades y, correspondientemente, el concepto singular queda analizado como un haz de universales. El motivo manifiesto de este análisis es gnoseológico: tenemos experiencias de cualidades pero no del sujeto en que se supone se insertan las cualidades.⁵ Pero detrás de este motivo manifiesto está el viejo programa de Berkeley y Mach, de reemplazar las cosas por sistemas de sensaciones.

Este análisis, en el que Russell no ha insistido posteriormente con fuerza, es posible pero carece del significado ontológico que él mismo le asignara: no se trata de una eliminación ontológica de lo singular y concreto en favor de lo universal y abstracto, sino de un análisis. Admitir que las propiedades, por el solo hecho de unirse, puedan constituir cosas, es tan absurdo como suponer que pueda haber cosas sin propiedades. En la experiencia se nos dan totalidades que podemos analizar de diversos modos. En particular, la totalidad que conceptualizamos de la proposición "a es F"

5 ———— *An Inquiry into Meaning and Truth* (London: Allen & Unwin, 1940), cap. VI

puede analizarse en el sujeto o nombre propio ‘a’, y el predicado ‘F’. Necesitamos nombres propios (no analizados en el nivel empírico) para describir la experiencia, así como para poner a prueba nuestras hipótesis. Además, si eliminamos los nombres propios en favor de las construcciones lógicas de tipo platónico, violamos el precepto empirista (por cierto insostenible) de analizarlo todo en términos experienciales. Más aún, algo aparentemente simple, como es un nombre propio, se convierte en una compleja construcción lógica que resume más conocimientos que el mero nombre, el que al fin y al cabo es convencional.

En conclusión, la teoría russelliana de los nombres propios no es compatible con una filosofía empirista: no puede, pues, aceptarse ambas a la vez. En otras palabras, no se puede ser platónico y empirista al mismo tiempo –salvo si se es Bertrand Russell. Sea como fuere, este ejemplo es característico del filosofar russelliano: nunca es lógico puro, gnoseólogo puro, o metafísico puro. Russell sabe que la lógica, la gnoseología y la metafísica son tan sólo tres aspectos de la filosofía, y cuando necesita innovar en lógica para justificar opiniones gnoseológicas o metafísicas, lo hace sin ambages, del mismo modo que derriba gnoseologías y metafísicas incompatibles con la lógica.

La segunda dificultad que deseo mencionar es ésta: Russell, junto con los empiristas, ha defendido a la vez el simplicismo y la convalidación por confirmación, aun cuando ha terminado por conceder que la ciencia no emplea lo que los empiristas han llamado el método inductivo, sino el hipotético-deductivo.⁶ Fijemos nuestra atención en lo que los científicos suelen llamar, erróneamente, curvas empíricas. Dado un conjunto de “puntos experimentales”, hay una infinidad de curvas que pueden hacerse pasar por ellos. Si se es partidario de la máxima confirmación como criterio de verdad de las hipótesis científicas, conviene elegir la más compleja de las hipótesis, esto es, la más sinuosa de las curvas. De este modo se asegurará que no haya nuevos datos anómalos, es decir datos lejanos de la curva

6 *Human Knowledge* (London: Allen Unwin. 1940), cap. VI.

supuesta: todo nuevo dato confirmará a la más compleja de las hipótesis y, en cambio, podrá refutar a la más sencilla. Es decir, según el precepto empirista, todo nuevo dato la confirmará y, al aumentar el número de confirmaciones, aumentará la probabilidad de la hipótesis. Por otra parte, Russell y los empiristas han predicado siempre la máxima simplicidad (aunque no han especificado en qué sentido), y a veces aun la simplicidad como criterio de elección entre hipótesis empíricas rivales. Está claro, sin embargo, que ambas desiderata, el máximo grado de confirmación y la máxima simplicidad, son incompatibles.⁷

Esto nos lleva a otra característica permanente del pensamiento de Russell: es un escéptico en busca de la certidumbre. En efecto, desea que el propio análisis, su herramienta favorita, le sirva para este fin: una y otra vez ha declarado que la finalidad del análisis lógico es reducir el número de elementos y reducir el número de hipótesis, con el fin último de disminuir la incertidumbre. Él mismo lo dijo con las siguientes palabras: “Usted disminuye el riesgo de error cada vez que disminuye el número de entidades y premisas.” Así, por ejemplo, si usted puede arreglárselas sin suponer la existencia del escritorio metafísico (real) y constante detrás del escritorio fenoménico (que nos dan los sentidos), es decir, el conjunto de sus apariencias sensibles para usted, entonces usted asume un menor riesgo de error que anteriormente. (...) Esta es la ventaja de la Navaja de Occam: que disminuye el riesgo de error”.⁸

Tiene razón Russell al afirmar que, al reducir número de entes, al disminuir el número de “objetos inferidos” (en rigor, conjeturados) se aumenta la seguridad. Pero se equivoca al presuponer que es meta de la investigación científica alcanzar la certeza inamovible: ésta es meta de los místicos, de los técnicos, acaso de los matemáticos, pero no de los científicos. El científico multiplica y complica las hipótesis, no por gusto, sino porque es el método por el cual llega a saber algo: no satisface así la consigna “Ante todo la

7 Cf. mi libro *The Myth of Simplicity* (Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1963).

8 «The Philosophy of Logical Atomism», conferencia VIII, *The Monist*, 29, 351 (1919), pp. 378-379.

seguridad”, pero en cambio nos da profundidad creciente. Russell, el empirista, lo sabe; Russell, el racionalista, se resiste a admitirlo, al modo en que muchas personas saben que todos los hombres son mortales, pero les cuesta creerlo respecto de ellas mismas. La quimérica búsqueda de la certidumbre le ha impulsado a Russell a transitar todos los caminos de la filosofía, y es acaso el motivo principal de su atracción por la lógica y la matemática, el edificio de la verdad impersonal que “no describe meramente el mundo que da la casualidad que existe”.⁹

Por su confianza en la lógica y el método científico, por su preocupación por los problemas lógicos, semánticos, ontológicos, éticos y sociales que plantean la investigación científica y la aplicación de sus resultados, Russell sigue siendo muy leído en la comunidad científica. No es que todas sus ideas sean aceptables para un científico actual, sino que se ocupa de problemas que también interesan al científico y lo hace en un estilo que al científico, sobre todo si tiene educación matemática, le resulta familiar. Este estilo de filosofar es el exacto.

El propio Russell nos cuenta las circunstancias en que creó la filosofía exacta. En julio de 1900 participó del congreso internacional de filosofía que se celebró en París. Allí conoció a Giuseppe Peano, uno de los principales forjadores de la lógica matemática. Russell observó que Peano «era siempre más preciso que cualquier otro, y que invariablemente ganaba las discusiones en que se embarcaba. A medida que transcurrían los días decidí que esto tenía que deberse a su lógica matemática. Por esto conseguí, que me diera todas sus obras, y en cuanto terminó el Congreso me recliné en Fernhurst para estudiar tranquilamente cada una de las palabras escritas por él y sus discípulos. (...) Hacia fines de agosto me había familiarizado completamente con toda la obra de su escuela. (...) Durante años yo había estado intentando analizar las nociones fundamentales de la matemática, tales como las de orden y número cardinal.

9 «My Mental Development», en P.A. Schilpp (compilador), *The Philosophy of B. R.* (N. York: Tudor, 1951), p. 19.

Súbitamente, en el curso de unas pocas semanas, descubrí respuestas aparentemente definitivas a los problemas que me habían desconcertado durante años. Y a medida que descubría estas respuestas introducía una nueva técnica matemática mediante la cual la precisión de las fórmulas exactas conquistaba regiones antes abandonadas a la vaguedad de los filósofos». ¹⁰

Russell no dejó teorías filosóficas definitivas. Nos dejó en cambio una multitud de problemas esclarecidos, si no resueltos, y sobre todo una actitud ejemplar: la actitud de respeto por la investigación original rigurosa; la actitud racionalista de analizar exactamente las creencias propias y ajenas, unida a la actitud empirista de buscar elementos de prueba empíricos en apoyo de nuestras hipótesis acerca de la realidad. En resumen, lo más admirable de Russell no son sus doctrinas filosóficas sino su estilo, que es el de la filosofía exacta y científica. Este estilo se puede aprender estudiando su *Investigación sobre el significado y la verdad*.

10 *The Autobiography of Bertrand Russell 1872-1914* (London: Allen & Unwin, 1967), pp. 144-145. La autobiografía completa, de lectura fácil y deleitosa, se compone de tres tomos, publicados por el mismo editor en 1967, 1968 y 1969.

REDUCCIÓN E INTEGRACIÓN, SISTEMAS Y NIVELES, MONISMO Y DUALISMO*

Introducción

¿Los estados mentales son estados cerebrales? ¿La psicología es reducible a la neurociencia? El primer problema se refiere a la naturaleza de la mente; el segundo, a la manera adecuada de estudiarla. Ambas cuestiones son filosóficas. La primera pertenece a la ontología, disciplina que se ocupa del moblaje del universo. La segunda pertenece a la gnoseología, disciplina que estudia las principales categorías y los principales métodos de la investigación.

Estas dos cuestiones filosóficas son de gran importancia para psicólogos y neurocientíficos, así como para psiquiatras y neurólogos, lingüistas y educadores, y otros especialistas que se ocupan de la experiencia subjetiva o de la conducta, sea normal o anormal. Más aun, cualquier respuesta a la cuestión gnoseológica depende en parte de la respuesta que se dé a la cuestión ontológica. En efecto, si la mente no existe, o si existe pero es inmaterial, entonces el estudio del sistema nervioso no es pertinente a la comprensión de lo mental. En cambio, si la mente es una colección de funciones cerebrales (muy especiales), sólo puede entenderse adecuadamente estudiando el cerebro.

* *Revista Si..., entonces.* Revista interdisciplinaria de Psicología (1988), N° 4, pp. 11-45.

Desgraciadamente, aun quienes admiten la importancia de los problemas que acabamos de mencionar no suelen estar dispuestos a investigarlos seriamente. La mayoría de los investigadores científicos tiende a menospreciarlos por considerarlos “meramente” filosóficos. Y los filósofos casi siempre se resisten a aprender lo que los científicos han hallado acerca de la mente, del comportamiento, y de lo que suele llamarse su “sustrato” o “correlato” neural: suelen contentarse con la psicología popular. Semejante desinterés por tratar de manera seria los problemas conceptuales que forman parte del complejo sistema de problemas conocido como “problema mente-cerebro” sólo perpetúa la confusión y el prejuicio ideológico que han obstaculizado la investigación en las ciencias de la mente y del comportamiento, así como en las filosofías de la mente y de la psicología.

La finalidad de este trabajo es dilucidar algunos de los conceptos clave que figuran en cualquier discusión seria de los problemas de la naturaleza de la mente y de su estudio.¹

1 Algunas de las ideas que se exponen a continuación han sido tomadas de publicaciones anteriores del autor:

Levels and reduction. *American Journal of Physiology*. 233:R75-R82 (1977)

Emergence and the mind. *Neuroscience* 2: 501-509 (1977).

From neuron to behavior and mentation: an exercise in levelmanship. En H. M. Pinsky y W. D. Williams, Compiladores, *Information Processing in the Nervous*

System, pp. 1-16. New York: Raven Press, 1980.

The Mind-Body Problem. Oxford y New York: Pergamon Press. Traducción española:

El problema mente-cerebro (Madrid: Tecnos, 1985)

Scientific Materialism. Dordrecht: Reidel, 1981. Traducción española: *Materialismo y ciencia* (Barcelona Ariel, 1980).

Exploring the World. Dordrecht: Reidel, 1983.

Understanding the World. Dordrecht: Reidel, 1983.

Philosophy of Science and Technology, Part 2. Dordrecht: Reidel, 1985.

From mindless neuroscience and brainless psychology to neuropsychology. *Annals of Theoretical Psychology* 3:115-133.

Philosophy of Psychology (en colaboración con Rubén Ardila). New York: Springer-Verlag, 1987. Traducción española: *Filosofía de la psicología* (Barcelona: Ariel, 1985).

1. La parte y el todo

Una hipótesis básica, aunque tácita, de todas las ciencias fácticas maduras es que sus objetos de estudio son cosas concretas (materiales), tales como átomos y campos electromagnéticos, células y ecosistemas, seres humanos y sociedades. Los científicos no estudian propiedades en sí, sino solamente propiedades de cosas, tales como la energía, la conectividad neuronal, y la estructura social. Tampoco estudian estados, sucesos o procesos en sí mismos: estudian el movimiento de cuerpos, reacciones químicas, procesos fisiológicos, cambios sociales, etc. Cada uno de estos es un cambio del estado de alguna cosa concreta. No hay viento sin aire, sonrisa sin cara, ni pensamiento sin cerebro.

Sólo los psicólogos mentalistas dicen estudiar los estados y cambios de estados de la mente concebida como ente inmaterial, antes que como colección de procesos cerebrales de cierto tipo. Pero no se molestan en decirnos qué es la mente, excepto tal vez que es la colección de facultades, estados y procesos mentales. Al postular la existencia independiente de un ente inmaterial mente, alma, o espíritu hacen de la psicología la ciencia ontológicamente anómala: la única que se ocupa de perseguir fantasmas tales como la sonrisa del gato de Cheshire, de *Alice in Wonderland*. Y al no querer (o no poder) dar una definición no circular del concepto de mente, pecan contra la racionalidad.

Los científicos estudian cosas concretas pero no aisladas: todas las cosas que encuentran o hacen son, sea sistemas, sea componentes de sistemas. Por cierto que a menudo uno hace de cuenta, para simplificar, que el objeto de estudio está totalmente aislado del resto del mundo: uno puede estudiar un electrón libre, o un organismo en sí mismo, o una nación en sí misma. Pero generalmente se admite que semejante aislamiento es artificial: que no es sino una ficción que nos permite construir modelos comparativamente simples que eventualmente habrán de ser reemplazados por modelos más complejos y realistas. También se admite generalmente que una comprensión más

profunda de cualquier cosa obliga a ponerla en su contexto natural. Por ejemplo, el ecólogo trasciende las limitaciones del estudio de los organismos individuales, y tanto el etólogo como el psicólogo social complementan la labor del zoólogo y del estudioso de la psicología individual respectivamente.

(La relación parte-todo puede conceptualizarse como sigue. Llamemos a y b a dos cosas concretas, y $a+b$ a su unión, yuxtaposición o suma física, la que resulta en una tercera cosa c , o sea, $c = a + b$. Estipulamos que b es una *parte* de a si, y solamente si b nada añade a a . En símbolos obvios: $b \subset a = df a + b = a$. La colección de partes de una cosa, en un momento dado, se llamará la *composición* de la cosa en ese momento. En símbolos: si x es una cosa, entonces $C(x) = \{y \in S \mid y \subset x\}$, donde S es la colección de todas las cosas actuales y posibles. Una cosa se llamara *simple* si, y sólo si, no tiene partes o, lo que es lo mismo, si su composición es ella misma: $C(x) = \{x\}$. Y una cosa se dirá *compleja* sólo si no es simple, o sea, si tiene por lo menos dos partes o componentes, en cuyo caso $C(x) \neq \{x\}$).

Una cosa concreta compleja puede ser, ya un agregado, ya un sistema. Será lo primero si sus partes no interactúan; de lo contrario será un sistema. Por ejemplo, una constelación de estrellas es un agregado: es un sistema sólo en apariencia; en cambio una célula es un sistema. Todos los organismos, sean unicelulares o pluricelulares, son sistemas, o sea, cosas concretas cuyos componentes interactúan entre sí. Más aun, estos componentes interactúan también con cosas incluidas en el ambiente o entorno del sistema.

(Un concepto clave que figura en el párrafo anterior es el de interacción. Este concepto puede definirse en términos generales como sigue. Llamemos a y b a dos cosas concretas o materiales. Entonces diremos que a *actúa sobre* b si y solamente si algunos de los estados de b dependen de la existencia de a . Y diremos que a y b *interactúan* entre sí si y solamente si a actúa sobre b , y b actúa sobre a . Una formulación equivalente es ésta: una cosa es un *agregado* si su espacio de los estados, o sea, el conjunto de todos sus estados posibles, es igual a la unión de los espacios de

los estados de sus componentes; de lo contrario la cosa es un *sistema*. Todo esto puede formularse en términos matemáticos (véase el libro del autor *The Furniture of the World* [Dordrecht: Reidel, 1977]. En cambio la noción de una interacción entre una cosa material, tal como el cerebro, y un objeto inmaterial, tal como la mente inmaterial, nunca ha sido formalizada, y sospecho que no puede serlo, porque no hay manera de concebir un espacio de estados de un ente inmaterial).

El concepto de sistema concreto o material (físico, químico, biológico o social) puede definirse así. Una cosa σ , que no sea el universo, es un *sistema concreto* si, y solamente si, (a) σ tiene una *composición* material no trivial $c(\sigma)$ = el conjunto de las partes concretas o componentes de σ ; (b) σ tiene un *medio* (o *entorno*) material $E(\sigma)$ = el conjunto de las cosas concretas, diferentes de los componentes de σ , que actúan sobre éstos o son modificados por éstos, y (c) tiene una estructura $S(\sigma)$ = el conjunto de ejemplos de relaciones entre los componentes de σ , así como entre éstos y componentes del entorno de σ , tales que algunas de dichas relaciones son acoplamientos, o sea, relaciones que modifican a los términos de las mismas. (Un vínculo químico es un acoplamiento; en cambio, las relaciones de sucesión o de posición espacial, no lo son).

Ahora estamos preparados para hacer frente al escurridizo concepto de emergencia.

2. Resultantes y emergentes

Cuando dos o más cosas se combinan formando una tercera, ésta puede o no poseer propiedades que caracterizan a sus precursoras. Por ejemplo, el añadido de un grano de arena a una playa no modifica cualitativamente a ésta; pero si dos neuronas se conectan entre sí, pueden sincronizar sus actividades, o una de ellas puede excitar o inhibir a la otra. Estas propiedades sistémicas se llaman *emergentes*, y el proceso de su aparición se llama *emergencia*. En cambio las

propiedades de un sistema que también son poseídas por sus componentes se llaman *resultantes*. Por ejemplo, la energía total de un sistema es una propiedad resultante; análogamente, el estar vivo es una propiedad resultante de un módulo neuronal, no así de los componentes subcelulares.

La concepción del mundo fisicista (o mecanicista) niega la emergencia y sospecha que el concepto de emergencia es vago o aun místico. Sin embargo todas las ciencias, con excepción de la mecánica, estudian tanto resultantes como emergentes. Por ejemplo, la electrodinámica estudia, entre otras cosas, la emisión y absorción de luz, que son procesos típicamente emergentes; la química estudia la composición y disociación de moléculas; la biología, la emergencia y sumersión de propiedades en el curso del desarrollo y de la evolución; la ciencia social, la aparición y desaparición de propiedades que caracterizan a ciertos grupos sociales, etc. En suma, la emergencia se presenta en todas partes, y el concepto correspondiente es utilizable en todas las ciencias. No es menos frecuente en las técnicas, ya que éstas se ocupan de diseñar cosas y planear procesos que poseen ciertas propiedades nuevas ausentes de sus componentes elementales.

Contrariamente a lo que creen muchos científicos y filósofos, el concepto de emergencia no es incurablemente vago. Empecemos por dilucidar el concepto independiente del proceso de emergencia. Si P es una propiedad de un sistema σ , entonces P es una propiedad *emergente* de σ = df ninguna parte de σ posee P , o sea, $\neg(\exists x)(x \subset \sigma \ \& \ Px)$. Abordemos ahora el concepto de proceso de emergencia. Llamemos $P_{\sigma}(t)$ al conjunto de propiedades del sistema σ en el instante t , y $P_{\sigma}(t')$ al conjunto de propiedades de la misma cosa en un instante posterior t' . Si $P_{\sigma}(t') = p(t)$, la cosa σ no ha cambiado cualitativamente entre t y t' . Pero si $P_{\sigma}(t) \subset P_{\sigma}(t')$, entonces σ ha ganado por lo menos una propiedad durante ese intervalo, mientras que si $P_{\sigma}(t') \subset P_{\sigma}(t)$, σ ha perdido por lo menos una propiedad en el mismo intervalo. El primero es un caso de *emergencia*, el segundo de *submergencia*. Ejemplos: la adquisición y pérdida de habilidades respectivamente. La colección de propiedades emergentes nuevas de la cosa σ durante el mismo periodo

es $e_{\sigma}(t, t') = P_{\sigma}(t') - P_{\sigma}(t)$, mientras que la colección de las propiedades sumergidas es $s_{\sigma}(t, t') = P_{\sigma}(t) - P_{\sigma}(t')$. Por consiguiente la *novedad cualitativa neta* que ocurre en el sistema σ entre t y t' se reduce a la aparición y desaparición de propiedades de σ durante ese periodo, o sea,

$$n_{\sigma}(t, t') = e_{\sigma}(t, t') \cup s_{\sigma}(t, t').$$

Ejemplo: si $P_{\sigma}(t) = \{P, Q\}$, y $P_{\sigma}(t') = \{P, R\}$, entonces $e_{\sigma}(t, t') = \{R\}$, $s_{\sigma}(t, t') = \{Q\}$, y $n_{\sigma}(t, t') = \{Q, R\}$.

Otra manera de exactificar el concepto de novedad cualitativa es ésta. Cada especie o clase natural de cosas, sean partículas elementales o células, ecosistemas u organizaciones sociales, puede asociarse con un espacio de estados. Este es un espacio abstracto compuesto por tantos ejes coordinados como propiedades conocidas posean las cosas en cuestión en el curso de su existencia. Un estado de una cosa dada en un instante dado puede representarse como un punto (o, más generalmente, una región) en el espacio de los estados correspondientes. Los estados sucesivos de una cosa forman una línea (o tubo) en el espacio de los estados de la especie correspondiente. Supongamos, para simplificar, que una cosa x no tiene sino dos propiedades durante la primera mitad de su historia, y que en un instante dado pierde una de ellas (submergencia) pero gana otra (emergencia). La historia íntegra de x puede representarse como la trayectoria de su punto (o región) representativo en un espacio abstracto tridimensional. Durante la etapa inicial los estados yacen en uno de los planos coordinados, y durante la etapa final yacen sobre un plano perpendicular al anterior (véase la Figura 1).

El concepto de emergencia conduce naturalmente al nivel de organización

3. Niveles y jerarquías

Según la visión fisicista (o mecanicista) del mundo, la única diferencia entre dos cosas puede ser una diferencia en configuración o en complejidad. Por ejemplo, un ser huma-

no no sería sino un sistema físico-químico muy complejo, y el proceso de su desarrollo no sería sino un proceso de ensamble y reajuste de átomos. La consecuencia metodológica es obvia: "Averigua cuáles son los componentes de un sistema y conocerás el sistema mismo". Por ejemplo, el conocimiento de los componentes moleculares de una célula sería necesario y suficiente para entender la célula. La maravillosa variedad cualitativa del mundo refuta esta visión simplista aunque, hasta cierto punto, fértil (Más aun, el espacio de los estados de un sistema de componentes fuertemente acoplados entre sí no puede descomponerse en los espacios de los estados de sus componentes: ésta es una de las enseñanzas de la teoría cuántica).

Sin embargo, la variedad, sea en la naturaleza o en la sociedad, no carece de homogeneidad. En efecto, podemos agrupar las cosas en clases naturales (especies), éstas en géneros, etc. Y junto con esta clasificación estática podemos construir otra, en niveles de organización. Por ejemplo, decimos que las moléculas pertenecen a un nivel superior al de los átomos; que las células pertenecen a un nivel inferior al de los organismos pluricelulares; y que las personas pertenecen a un nivel inferior al de las organizaciones en que actúan.

Los científicos, particularmente los biólogos, hablan a menudo de niveles de organización o complejidad; a veces emplean el término 'niveles de integración'. Se admite generalmente que el concepto de nivel es importante porque tiene una contrapartida real y, por consiguiente, un concomitante metodológico. En efecto, si las cosas se agrupan en niveles (celular, orgánico, etc.), entonces los métodos adecuados para estudiar cosas de un cierto nivel pueden no servir para estudiar cosas de otro nivel. En otras palabras, puesto que niveles diferentes pueden ser caracterizados por propiedades y leyes diferentes, la investigación de cada nivel requiere métodos propios además del método científico común a todas las ciencias.

Desgraciadamente no hay consenso referente al concepto de nivel. Los científicos emplean la palabra 'nivel'

para designar una variedad de conceptos, y los filósofos han solido desentenderse del problema de aclararlo. En algunos casos porque no les preocupa la exactitud, y en otros porque adoptan una visión chata de la realidad como si ésta ocupara un solo nivel; finalmente, en otros casos se desentienden porque no advierten que los científicos emplean el concepto de modo intuitivo.

Sin embargo, el concepto de nivel no tiene nada de misterioso. Un *nivel de organización*, o *nivel integrativo*, no es sino una colección de cosas que comparten ciertas propiedades y leyes. Y un nivel precede a otro si las cosas que pertenecen al primero son componentes de las cosas que pertenecen al segundo o superior. En otras palabras, (a) un nivel *precede* a otro si y sólo si todas las cosas pertenecientes al segundo están compuestas por cosas que pertenecen al primero, y (b) una *cosa pertenece a un nivel* dado si y sólo si está compuesta por cosas que pertenecen a algunos o todos los niveles precedentes.

Una colección de niveles ordenada por la relación de precedencia que acabamos de aclarar puede llamarse una *estructura de niveles*. Los biólogos se han acostumbrado a pensar en la estructura siguiente: átomo-molécula-organillo-célula-órgano- organismo-población-comunidad-biosfera. Esta estructura suele llamarse *jerarquía*. Pero esta palabra ha de evitarse excepto en matemática y en ciencias sociales, porque es ambigua. En efecto, 'jerarquía' designa cada uno de los tres conceptos siguientes: estructura de niveles; sistema concreto compuesto por subsistemas, cada uno de los cuales está compuesto a su vez por entes pertenecientes a niveles inferiores (como un sistema de cajas chinas); y organización social que posee una estructura jerárquica o piramidal de poder, o sea, cuyos miembros están relacionados entre sí por una relación de subordinación. Mientras que los dos primeros conceptos pueden usarse en todas las disciplinas, el uso legítimo del tercero está confinado a las ciencias sociales.

Las nociones que acabamos de dilucidar se presentan en las hipótesis generales siguientes, que gozan de amplia aceptación (explícita o tácita):

1. Todo sistema, y todo sistema compuesto de subsistemas, pertenece a algún nivel de la estructura de niveles (o sea, la colección ordenada de niveles de organización).

2. Todo sistema natural perteneciente a un nivel dado se ha formado por sí mismo (autoensamble) a partir de cosas pertenecientes al nivel precedente (Consecuencia inmediata: todo sistema es precedido en el tiempo por sus componentes o precursores).

3. Todo nivel de organización objetivo requiere su propio “nivel de descripción”; o sea, debiéramos estudiarlo en sí mismo, por estar caracterizado por propiedades y leyes peculiares (Investigación intranivel).

4. Todo nivel debiera estudiarse en relación los niveles vecinos (inferiores o superiores), a fin de entender cómo los procesos que ocurren en un nivel dado emergen de procesos que ocurren en un nivel inferior, y son influidos por procesos que ocurren en un nivel superior (Investigación internivel).

El concepto de nivel plantea el problema ontológico y metodológico del reduccionismo. Si no hubiera niveles no habría necesidad de reducción. Puesto que los hay ¿podemos prescindir de las reducciones de todo tipo, y qué clases de reducción podemos o debemos distinguir?

4. Reduccionismos: referente a las cosas y a nuestro conocimiento de ellas

Tanto los científicos como los filósofos están enterados de la variedad y mutabilidad de todas las cosas, y buscan la unidad en medio de la variedad, así como la invariancia o permanencia en medio del cambio. Buscan la unidad en términos de unas pocas “substancias” básicas, y la permanencia en términos de pautas generales (leyes o reglas). A este respecto todas las ciencias y filosofías son reduccionistas. Sin embargo, hay diversas clases y varios grados de reduccionismo. Hay opiniones acerca de la naturaleza última de las cosas, y opiniones acerca de la mejor manera

de conocerlas. O sea, el reduccionismo puede ser ontológico (referente al mundo) o gnoseológico (referente al conocimiento), o de ambos tipos a la vez.

Las principales opiniones concernientes a la naturaleza básica de las cosas, o sea, la(s) clase(s) de sustancia de que están “hechas” las cosas, son el monismo y el pluralismo, en particular el dualismo. Según el *monismo* no hay sino una sustancia básica, sea material, espiritual, o neutra. (La materia comprende varios géneros, entre otros cuerpos y campos, organismos y organizaciones sociales. Y el espíritu puede ser individual o universal, según la doctrina.) Por consiguiente, para el monismo la variedad consiste en la diversidad de objetos que, en última instancia, están compuestos de entes de un único tipo básico (material, espiritual, o neutro). En cambio, el *dualismo* afirma que hay dos sustancias últimas, mutuamente irreductibles, cada una de ellas caracterizada por propiedades y leyes peculiares, a saber, la materia y el espíritu (o mente o alma). Por consiguiente, mientras algunas cosas son puramente materiales y otras puramente espirituales, hay otras que son mixtas. En particular, el hombre sería un compuesto de cuerpo y espíritu.

La distinción monismo/dualismo es compatible con la dicotomía nivelación/estratificación. Un monista puede afirmar o negar que hay niveles de organización; lo mismo ocurre con el dualista. En otras palabras, la tesis acerca de los niveles de organización de la realidad es lógicamente independiente de cualquier tesis acerca del número de sustancias básicas de las que están compuestas las cosas. De modo que es posible adoptar cualquiera de las cuatro combinaciones siguientes:

<i>Una sustancia-Un nivel</i>	<i>Una sustancia-Varios niveles</i>
<i>Dos sustancias-Un nivel</i>	<i>Dos sustancias-Varios niveles</i>

La primera familia de doctrinas (una-uno) incluye al fisicismo (o mecanicismo, o materialismo vulgar), al idealismo radical, al empirismo radical, y al monismo neutro. La segunda (una-varios) incluye tanto al idealismo emer-

gentista como al materialismo emergentista (No es seguro si el materialismo dialéctico pertenece a esta familia. En la medida en que opone la mente a la materia, y crítica al materialismo emergentista, es dualista). El tercer conjunto de doctrinas (dos substancias-un nivel) parece ser vacío, aunque no hay que subestimar la capacidad de los filósofos para inventar disparates. Y la cuarta familia (dos-varios) incluye, entre otras, la doctrina jerárquica, popular en la Edad Media, que empezaba con los seres sobrenaturales y bajaba, de escalón en escalón, hasta los seres inanimados. El hombre, por estar supuestamente compuesto de materia y espíritu, estaría en la mitad de la escalera.

Las doctrinas que postulan un único nivel son ontológicamente reduccionistas, mientras que las que postulan diversos niveles son ontológicamente estratificadas y en ocasiones también emergentistas (Una estructura de niveles puede ser estática, como la "cadena del ser" imaginada por Dionisio el Pseudoareopagita, o dinámica como la que postula la biología evolucionista. El emergentismo es dinamicista por suponer que las cosas pertenecientes a los niveles superiores han evolucionado a partir de cosas pertenecientes a niveles inferiores). El reduccionismo ontológico es la más sencilla de las posiciones porque, al negar la emergencia, no se le plantea el problema de explicarla.

El problema de la emergencia de la novedad cualitativa suele ser tan duro que muchos estudiosos prefieren negar la emergencia, y con ella la pluralidad de niveles, adoptando en cambio un monismo simplista, en particular fisicista. Argüiremos que es posible, e incluso necesario, reconciliar el emergentismo ontológico con la racionalidad, que exige la explicación de la emergencia. La emergencia explicada sigue siendo emergencia. Un ejemplo ayudará a aclarar este punto, que a menudo es mal entendido.

Un cuerpo de agua líquida o sólida es un sistema compuesto por moléculas de agua. Pero el sistema tiene propiedades globales, tales como la viscosidad y la temperatura, que son emergentes porque no son poseídas por las moléculas individuales. El cuerpo de agua y las moléculas

que lo componen pertenecen a distintos niveles de organización, y el primero es superior (y temporalmente posterior) al segundo. Los miembros de ambos niveles tienen algunas propiedades en común (p. e. la masa y la energía), pero difieren en otros aspectos (en particular, las moléculas no son viscosas, no hierven ni se congelan). Sin embargo, las propiedades de un cuerpo de agua pueden explicarse, al menos en líneas generales, en términos de las moléculas y de sus vínculos.

El ejemplo que precede sugiere que se puede sostener al mismo tiempo la tesis ontológica de la estratificación de la realidad, y la tesis gnoseológica de la reducción como modo válido de explicación. Esta última es un proceso intelectual que no altera al mundo, excepto cuando interviene en el diseño de nuevos artefactos o procesos. El explicar la emergencia no entraña negarla; por el contrario, el propio intento de explicar la emergencia presupone que es real. En otras palabras, es posible adoptar tanto el emergentismo como el reduccionismo gnoseológico: se puede suponer al mismo tiempo que el mundo está estructurado en niveles, y la posibilidad de comprender dicha estratificación por reducción. Sin embargo, el problema de la reducción gnoseológica merece párrafo aparte porque no es trivial.

5. Reducción gnoseológica

La reducción gnoseológica se refiere a constructos, o sea, conceptos, proposiciones, o teorías. La reducción conceptual es una clase de definición (o identificación). Estipularemos que el concepto *A* es *reductible* al concepto *B* si, y solamente si, (a) *A* y *B* se refieren a objetos en distintos niveles y (b) existe una definición correcta de *A* en términos de *B*. La reducción de *A* a *B* es *legítima* siempre que la investigación empírica confirme la hipótesis de que, en efecto, *A* y *B* no son sino dos conceptualizaciones diferentes de lo mismo (cosa, propiedad, suceso, o proceso). Ejemplos: el calor es movimiento atómico o molecular caótico, la luz es radiación electromagnética dentro de cierta banda, y los

estados mentales son estados de subsistemas especiales del cerebro humano o del cerebro de algún otro vertebrado superior. Estas son *definiciones reductivas*, también llamadas ‘fórmulas puente’. Representan reducciones ontológicas.

La reducción de proposiciones se sigue de las de los conceptos. Por ejemplo, la proposición “este cuerpo está caliente” es reductible a “los átomos o moléculas que componen este cuerpo están en movimiento caótico”, en virtud de la reducción de “calor” a “movimiento atómico o molecular caótico”. Análogamente, “ella está viendo algo” es reductible a “su corteza visual está activa”, en virtud de la reducción de “visión” (normal) a “la actividad específica de la corteza visual” en el caso de los vertebrados superiores.

La reducción de una teoría a otra es algo más complicada, y la de un campo de investigaciones a otro es aun más compleja. Debemos distinguir dos tipos de reducción de teorías: fuerte o total, y débil o parcial. La reducción fuerte de una teoría a otra sólo requiere enriquecer la segunda con definiciones reductivas. Por ejemplo, una teoría psicológica es fuertemente reductible a una teoría neurobiológica a condición de que se siga de ésta con el agregado de definiciones reductivas de los conceptos psicológicos que figuran en la primera. En cambio, la reducción débil de una teoría requiere, además de definiciones reductivas, hipótesis subsidiarias no contenidas en la teoría reductora, o referente a un nivel inferior. Por ejemplo, la acústica es fuertemente reductible a la teoría de la elasticidad con ayuda de la definición reductiva de “sonido” como “onda que se propaga en un medio elástico”. En cambio, la reducción de la acústica geométrica (de rayos) a la acústica ondulatoria requiere, además, la hipótesis subsidiaria de que las longitudes de onda en cuestión son lo suficientemente pequeñas como para que pueda despreciarse la difracción.

Las definiciones formales son las siguientes. Llamemos T_1 y T_2 a dos teorías con clases de referencia que se solapan, o sea, que tienen al menos algunos referentes en común. Designemos con D a un conjunto de definiciones reductivas, y con S a un conjunto de hipótesis subsidiarias que no están incluidas

en T_1 ni en T_2 , pero que están formuladas en el lenguaje que resulta de la unión de los lenguajes de T_1 y T_2 . Entonces:

(1) T_2 es una *subteoría* (o *caso especial*) de $T_1 =_{df}$ T_2 se sigue (lógicamente) de T_1 al restringirse el dominio (o clase de referencial) de T_2 a un subconjunto propio del dominio de T_1 ;

(2) T_2 es *totalmente* (o *fuertemente*) reductible a $T_1 =_{df}$ T_2 se sigue (lógicamente) de la unión de T_1 y D ;

(3) T_2 es *parcialmente* (o *débilmente*) reductible a $T_1 =_{df}$ T_2 se sigue (lógicamente) de la unión de T_1 , D y S .

El cuadro que sigue exhibe y ejemplifica estas distinciones. “ Φ ” designa el conjunto vacío, “ $\subset$ ” la relación de inclusión entre conjuntos, “ $\vdash$ ” la relación de deducción (p. e. “ $A \vdash B$ ” se lee: B se sigue lógicamente de A), “ $\cup$ ” la unión de conjuntos, y “ $R(T)$ ” significa la clase de referencia (o dominio o universo del discurso) de T .

Tipo de reducción	Estructura lógica	Ejemplos
<i>Inclusión</i> de T_2 en T_1	$D = \Phi, S = \Phi$ $R(T_2) \subset R(T_1)$ $(T_1) \vdash (T_2)$	La mecánica de las partículas es una subteoría de la mecánica de los medios continuos.
<i>Reducción fuerte</i> de T_2 a T_1	$D \neq \Phi, S = \Phi$ $R(T_2) \subseteq R(T_1)$ $T_1 \cup D \vdash T_2$	La óptica es fuertemente reductible a la teoría electromagnética vía $D = \{ \text{La luz es radiación electromagnética de longitud de onda comprendida entre 3.800 y 7000 angstroms} \}$.
<i>Reducción débil</i> de T_2 a T_1	$D \neq \Phi, S \neq \Phi$ $R(T_1) \cap R(T_2) \neq \Phi$ $T_1 \cup D \cup S \vdash T_2$	La química cuántica es débilmente reductible a la mecánica cuántica. La genética cuántica es débilmente reductible a la bioquímica. Una parte de la psicología individual es débilmente reductible a la neurociencia. La historia es débilmente reductible a las demás ciencias sociales.

6. Reduccionismo

La reducción puede ser descendente o ascendente: puede explicar el todo por sus partes (descendente) o las partes por el todo (ascendente). En el primer caso se llama *micro-reducción*, y en el segundo *macro-reducción*. En otras palabras, la micro-reducción, o análisis de abajo para arriba, parte de los componentes elementales e intenta explicar la totalidad en función de estos componentes y sus interacciones; ejemplos: física del estado sólido, genética molecular, y economía neoclásica. En cambio la macro-reducción, o análisis de arriba para abajo, da por sentada la existencia de la totalidad e intenta explicar sus partes en función de la primera; ejemplos: biología aristotélica, teodicea cristiana, y sociología marxista.

Lo que suele llamarse *reduccionismo* es la estrategia de investigación, o principio metodológico, según el cual la micro-reducción es necesaria y suficiente en todos los casos para dar cuenta de las propiedades globales o sistémicas de una totalidad. En cambio, el macro-reduccionismo suele llamarse *anti-reduccionismo*. El compañero ontológico del reduccionismo es el atomismo, y el del anti-reduccionismo es el globalismo u holismo.

El micro-reduccionismo puede ser *moderado* o *radical*, según que admita o rechace la necesidad de enriquecer las teorías primarias o reductoras con hipótesis subsidiarias. El compañero ontológico del reduccionismo radical es el fisicismo e (o mecanicismo o materialismo vulgar), según el cual todo lo que hay en el mundo son entes físicos, por lo cual las diferencias entre los entes que estudia la física y la biología no es sino una diferencia de complejidad.

El materialismo emergentista sostiene que todo cuanto hay en la realidad es material, pero no exige que se adopte el reduccionismo radical en todos los casos. Por el contrario, admite que en algunos casos la explicación de la emergencia exige el agregado de hipótesis subsidiarias. Por ejemplo, un materialista emergentista admitirá que la química tiene conceptos propios, tales como los de energía de disociación,

reacción química, y constante de reacción; que la biología tiene conceptos peculiares, tales como los de célula, vida, sexo y nicho ecológico; y que la psicología tiene sus propios conceptos, tales como los de emoción, conocimiento, y voluntad, que no figuran en la neurociencia. Sin embargo, agregará que, cuando se agrega hipótesis subsidiarias que contienen estos conceptos peculiares, la química se reduce *débilmente* (*parcialmente*) a la física, parte de la biología a la química, y parte de la psicología a la neurociencia.

El éxito sensacional del programa reduccionista débil está a la vista. Baste recordar la física del estado sólido, la química cuántica, la biología molecular, y la psicología fisiológica. Todos estos son éxitos del reduccionismo moderado, y ninguno de ellos debilita al materialismo emergentista. En cambio el reduccionismo radical ha fracasado en casi todos los campos. Ha fracasado incluso en física, la que contiene varias teorías que no han sido deducidas de otras, tales como la mecánica y la electrodinámica cuánticas, y la teoría de la gravitación. (Ni siquiera la termodinámica ha sido deducida rigurosamente de la mecánica estadística, ni la mecánica del continuo de la mecánica cuántica, pese a las afirmaciones tajantes de casi todos los libros de texto y, por lo tanto, de casi todos los filósofos de la ciencia.) En resumen, la ciencia contemporánea ha escogido un camino intermedio entre el anti-reduccionismo y el reduccionismo radical, así como entre el holismo (globalismo) y el atomismo. Esta *vía media* es el reduccionismo moderado unido al emergentismo y el sistemismo.

La Figura 2 sugiere las tesis acerca del sistema de los conocimientos humanos que acompañan al antireduccionismo, al reduccionismo radical, y al reduccionismo moderado respectivamente.

7. Integración

No todo puede explicarse por micro-reducción; a veces es menester ubicar al objeto en un contexto más amplio para poder comprender su comportamiento (Véase la Figura 3).

A su vez, la consideración de semejante contexto más amplio requiere juntar o consolidar cierto número de fragmentos de información y conjetura dispersos entre varios campos de investigación. En ocasiones tal integración o síntesis da como resultado la fusión de teorías o aun de disciplinas íntegras. Ejemplos obvios: la neuroendocrinología y la psicología fisiológica.

No se puede entender, por ejemplo, la historia de un organismo aislado, sino tan sólo como miembro de algún ecosistema o comunidad. En particular, el comportamiento de un psicólogo no podría explicarse con sólo abrirle la tapa de los sesos o midiendo algunos indicadores de su actividad cerebral. Con ser necesaria, esta información es insuficiente: también es menester estudiar la conducta social del psicólogo, y, por lo tanto, los sistemas sociales en los que se desenvuelve: su familia, laboratorio, comunidad científica, e incluso la cultura íntegra.

Si se ignora el ambiente o entorno de una cosa no se la podrá explicar adecuadamente, especialmente si la cosa es un ser humano. Semejante descuido del ambiente es uno de los motivos del fracaso de la economía neoclásica en su intento de explicar los procesos económicos mediante la conducta de los productores y consumidores individuales. Con la politología de orientación individualista, en particular las escuelas de la elección social y de la teoría de los juegos, ocurre otro tanto: al ignorar los vínculos y las interacciones sociales, así como las instituciones, no logran explicar nada. En general, no puede darse cuenta de los actos de una cosa si no se tiene en cuenta el estado en que se encuentra el sistema (o los sistemas) de que forma parte la cosa en cuestión. Por ejemplo, no se podría comprender por qué la psicóloga X se embarcó en cierto proyecto de investigación si no se supiese en qué tradición se educó, a qué comunidad científica pertenece, qué ha leído o discutido recientemente, ni qué la motiva.

La integración de enfoques, datos, hipótesis, teorías, métodos, y a veces campos íntegros de investigación, es necesaria por varios motivos. Primero, porque no hay nada,

salvo el universo en su conjunto, que esté totalmente aislado de todo lo demás. Segundo, porque toda propiedad está relacionada con otras propiedades. Tercero, porque toda cosa es un sistema o un componente de uno o más sistemas. Así como la variedad de la realidad exige una multitud de disciplinas, la integración de éstas es requerida por la unidad de la realidad. En ciencia, tanto como en la vida social, la unión hace la fuerza.

La integración gnoseológica se presenta en varios grados, desde el estudio multidisciplinario de una cosa o proceso, hasta la fusión de dos o más teorías o disciplinas. Ejemplos obvios de tales fusiones de teorías o campos de investigación inicialmente independientes son la geometría analítica, síntesis de la geometría y del álgebra; la mecánica celeste, unión de la mecánica con la teoría de la gravitación; la teoría sintética de la evolución, fusión de la teoría clásica de Darwin con la genética; la ecología evolucionista, fusión (en curso de producirse) de la genética de poblaciones con la ecología de poblaciones; la psicología fisiológica, coalescencia de la neurofisiología y la psicología; y la psiconeuroendocrinoinmunología, cuyo nombre dice claramente cuáles son sus componentes.

En general, diremos que una teoría o campo de investigación T_1 resulta de la *fusión* de las teorías o disciplinas T_2 y T_3 si, y sólo si:

(1) T_1 y T_2 comparten algunos referentes, así como algunos conceptos que denotan tales referentes comunes;

(2) existe un conjunto L (que puede ser vacío) de fórmulas que relacionan algunos conceptos de T_1 con conceptos de T_2 , y

(3) las fórmulas contenidas en L están suficientemente bien confirmadas.

La condición (1) excluye a teorías y disciplinas totalmente ajenas unas a otras; la (2) hace posible la unión de teorías en el caso particular en que L es vacío (la mecánica celeste y la teoría sintética de la evolución son ejemplos de unión de teorías), y la (3) se agrega porque, en principio, hay infinitas fórmulas liga (o puente). Sólo aquellas que

concuerdan datos empíricos son capaces de mantener unidos a los campos o teorías originales.

La integración es por lo menos tan frecuente como la reducción, y es igualmente eficaz como factor de unidad del conocimiento humano. Impide la estrechez, así como la reducción promueve la profundidad. Desgraciadamente, los filósofos de la ciencia no se han percatado de su existencia.

Apliquemos lo que precede a los conceptos de mente y de psicología.

8. El caso de la mente

Casi todos los dualistas, empezando por Descartes, no tienen inconveniente en admitir que los fisiólogos intenten descubrir los mecanismos del comportamiento. Pero cuanto se trata de lo mental se alarman ante la transgresión del territorio de la psicología, alegando que la mente, o cosa pensante, es radicalmente diferente de la materia, o cosa extensa. Para peor, se rehúsan a enterarse de los datos producidos por la psicología fisiológica en el curso del último medio siglo. Estos datos confirman la hipótesis de que los procesos mentales son procesos cerebrales, y que cuando se dañan ciertos subsistemas del cerebro quedan afectadas las funciones mentales correspondientes.

En cambio los materialistas, si son consecuentes, adoptarán y elaborarán la hipótesis de que los procesos mentales no sólo están acompañados de, o correlacionados con, procesos fisiológicos, sino que son *idénticos* a procesos cerebrales de ciertos tipos (Esta hipótesis de reducción ontológica suele llamarse ‘teoría de la identidad’, pero en realidad es una hipótesis de trabajo, por cierto fertilísima). Por consiguiente los materialistas sostendrán el principio metodológico de que la mejor manera de estudiar lo mental es estudiar aquello que menta, o sea, el cerebro, y no el alma de los mitos. En otras palabras, los materialistas intentarán reducir la psicología a la neurofisiología, aunque sin ignorar los factores ambientales, en particular sociales.

He aquí una muestra al azar de reducciones o identificaciones postuladas o establecidas por la psicología fisiológica:

(1) Los reflejos innatos son actividades de sistemas neuromusculares 'preconectados' o genéticamente 'programados';

(2) El aprendizaje es idéntico al autoensamble de nuevos sistemas neuronales bajo la acción de estímulos externos e internos;

(3) La creación es idéntica al ensamble de nuevos sistemas neuronales en ausencia de estímulos externos (aunque éstos puedan plantear algunos de los problemas que el sujeto aborda en su actividad creadora);

(4) El retardo mental resulta, ya de mutaciones en los genes que controlan el desarrollo de los procesos morfogénicos que ocurren en el cerebro en desarrollo, ya de deficiencias alimenticias, ya de lesiones cerebrales;

(5) El placer es la actividad específica de ciertos sistemas neuronales ubicados en el sistema límbico;

(6) El oír es la actividad específica o función del sistema auditivo;

(7) La formación y comprensión (o comprensión deficiente) de expresiones lingüísticas son funciones del área de Wernicke;

(8) La memoria a largo plazo es idéntica a la formación múltiple de puentes sinápticos, en particular en el hipocampo y la amígdala;

(9) Un derrame cerebral, tumor, o mero golpe en la cabeza, al dirigir los impulsos nerviosos por nuevas rutas, puede alargar ciertos tiempos de reacción (p. e. retardar el habla);

(10) La percepción de la forma y del color están a cargo de sistemas neuronales distintos, de modo que si uno de éstos se descompone el otro puede seguir funcionando.

Estas definiciones reductivas empezaron por ser hipótesis de trabajo. Una vez confirmadas experimentalmente

e incorporadas a teorías, estas hipótesis se convierten en definiciones. A propósito, esta conversión de condición metodológica no parece haber sido advertida por los metodólogos.

Contrariamente a una creencia muy generalizada, la psicología fisiológica no es una rama más de la psicología. En principio es competente para investigar todos los fenómenos mentales y de comportamiento (al menos mientras no ignore los estímulos sociales). En efecto, estudia el comportamiento y la motivación, la percepción y la imaginación, la emoción y la inteligencia, la memoria y el habla, y mucho más. Incluso el comportamiento social puede estudiarse fisiológicamente, a saber, como conducta controlada en parte por procesos neuroendocrinos, y en parte por estímulos sociales.

La expansión de la psicología fisiológica, que actualmente ocupa casi todo el territorio de la psicología, es un caso claro de reducción. Sin embargo, no es un ejemplo de reducción fuerte (total) acompañada de nivelación descendente: no se afirma que, “en el fondo”, o “en último análisis”, el cerebro o no difiera de los demás órganos, o que pueda entenderse con sólo estudiar las neuronas individuales. Por el contrario, el motivo para hacer investigación en psicología fisiológica es explicar las *peculiaridades* de los procesos mentales como funciones (procesos) específicas (peculiares) de ciertos sistemas multineuronales. Su objetivo es explicar la experiencia subjetiva descubriendo sus mecanismos neuronales.

La psicología fisiológica se ajusta a la descripción de la reducción débil o parcial propuesta en la Sección 5. Sea $T_1 = N$ una teoría neurocientífica adoptada como teoría reductora o de nivel inferior, y sea $T_2 = \psi$ una teoría psicológica clásica, que nos proponemos reducir a T_1 . Para bien o para mal, no es cierto que ψ esté contenida en N , o que ψ se siga lógicamente de N sin más. Para reducir ψ a N necesitamos una o más definiciones reductivas; por ejemplo: “la pérdida de memoria a corto plazo es idéntica al debilitamiento drástico o a la interrupción de ciertas conexiones interneuronales”.

Sin embargo, con ser necesarias, las definiciones reductivas no son suficientes para efectuar la reducción de ψ ir a N : es menester agregar hipótesis subsidiarias, tales como “el aprendizaje de una habilidad manual y el recuerdo consciente son funciones de subsistemas cerebrales diferentes”. En suma, el esquema lógico de la reducción es $N \cup D \cup S \vdash \psi$. Éste es, pues, un caso de reducción débil o parcial, esto es, que admite (al menos tácitamente) la emergencia de algo nuevo, a saber, la función mental que se intenta explicar.

A diferencia del materialista eliminativo o nivelador, que niega la mente, el psicólogo fisiológico combina el monismo substancial (una sola substancia) con la hipótesis de los niveles. Por lo tanto, contrariamente al reduccionista radical, el psicólogo fisiológico admite la necesidad de conceptos que trascienden a la biología general, por referirse a cosas, propiedades y procesos que sólo se encuentran en sistemas nerviosos de animales pertenecientes a especies superiores. Ejemplos de tales conceptos: mapa somatotópico, imaginación, emoción, y cálculo. La ontología tácita del psicólogo fisiológico es el *materialismo emergentista*, y el *reduccionismo moderador* es parte de su metodología. E incluso este reduccionismo *sui generis* es moderado por una buena dosis de integracionismo, como se verá a continuación.

9. El caso de la psicología

El psicólogo de orientación biológica no puede prescindir de los hallazgos de la psicología clásica o pura (siempre que se trate de hallazgos verdaderos, lo que no siempre ocurre). Estos resultados son los que se propone explicar: para él son datos, aunque ciertamente no los únicos ni siquiera indiscutibles. Así como el químico cuántico parte de las fórmulas de reacción clásicas y de las correspondientes ecuaciones de tasa de cambio, el biopsicólogo se propone encontrar los mecanismos de los procesos descritos por los investigadores clásicos de la percepción, la imaginación, la solución de problemas, etc. Incluso hace uso de los

datos de la introspección, por ejemplo para hallar que la atención puesta en la ejecución de una tarea puede inhibir la percepción de un sonido, o que dos destellos luminosos sucesivos se perciben como uno solo si están separados por menos de 20 milisegundos. Al menos por ahora, mientras no se encuentren indicadores fisiológicos, es preciso recurrir a la interrogación del sujeto experimental para averiguar que estos hechos ocurren.

Lejos de ignorar los logros genuinos de la psicología clásica o no fisiológica, el biopsicólogo hará pleno uso de ellos e intentará unificarlos, superando así las barreras erigidas por la psicología de las facultades (memoria, atención, aprendizaje, percepción, etc.). Un ejemplo bastará para sugerir por qué esto debe hacerse y cómo puede hacerse. Supongamos que alguien escriba en la pizarra la oración “América fue descubierta en 1492”. Puesto que esta oración expresa un conocimiento aprendible, cae dentro del territorio de la psicología cognitiva. Por ser una oración, también el lingüista, y en particular el psicolingüista, es competente para estudiarla. Puesto que el escribir una oración es, entre otras cosas, un acto motor, también cae dentro del estudio del comportamiento. Más aun, el acto en cuestión involucra percepciones visuales y táctiles, de modo que también interesa a la psicología de la percepción. Pero, puesto que la oración puede servir para comunicar algo a alguien, también interesa al psicólogo social. Por haber sido escrita con algún motivo, también interesa al estudioso de la motivación y en particular al neuroendocrinólogo. Si la oración hubiese contenido un error gramatical, o si su lector la hubiese percibido incorrectamente (p. e. leyendo ‘1942’ en lugar de ‘1492’), habría atraído la atención de neurólogos y educadores. Finalmente, el pensar la oración, así como el escribirla, involucran procesos mentales, particularmente en el área de Wernicke, las bandas sensorial y motriz, y la corteza visual, de modo que el psicólogo fisiológico dirá que es competente para estudiarla.

Esto sugiere que no hay ramas autónomas en la psicología científica contemporánea. Las divisiones de la psicología

en sectores diferentes, por ejemplo, según las “facultades mentales” clásicas, es totalmente artificial; también lo es la separación, tan de moda, entre la psicología cognitiva y el resto de la psicología. De hecho el escribir o leer una oración es *un solo proceso con aspectos diferentes pero interconectados*. La división no está en la naturaleza sino en la comunidad científica. El proceso de formar, enunciar, escribir, escuchar o leer una oración es un proceso biosocial y, aunque es legítimo y aun indispensable distinguir sus diversos aspectos, éstos no debieran separarse entre sí. Análogamente, la formación de una nube es un proceso que requiere la cooperación de diversas disciplinas, tales como la física molecular y la cristalografía, la termodinámica y la hidrodinámica.

El aislar cualquier capítulo de la psicología, por ejemplo la cognitiva, del resto de la psicología, así como de la neurociencia, es una estrategia de investigación tan inadecuada como aislar el estudio de las nubes del resto de la física. La meteorología se convirtió en una ciencia propiamente dicha cuando se transformó, del estudio de los ‘meteoros’ en la física de la atmósfera. Análogamente, la psicología se convertirá en una ciencia madura el día que se la conciba y cultive como el *estudio biológico y sociológico* del comportamiento, la emoción, la percepción y la ideación. El análisis, y la división del trabajo que lo acompaña, son eficaces tan sólo cuando son seguidos por la síntesis y cooperación mutua entre las disciplinas pertinentes. No es lo mismo enfocar la atención sobre un aspecto de un proceso, que descuartizarlo y proclamar la existencia independiente de cada aspecto.

Podría argüirse que la reciente constitución de la “ciencia cognitiva”, por la fusión de la psicología cognitiva, la lingüística y la inteligencia artificial (o ingeniería del conocimiento, o de la información), efectúa la integración deseada. Creo que ésta es una síntesis equivocada, porque no incluye a las demás ramas de la psicología, ignora a la neurociencia, e incluye a una rama de la ingeniería. Además la “ciencia cognitiva” efectúa una reducción errónea, porque

concibe todo proceso de comportamiento o mental como un ejemplo de la elaboración de informaciones o ‘cómputo’ de ciertos estímulos. En efecto, los entusiastas de esta disciplina nos aseguran que calculamos cada vez que percibimos o actuamos, imaginamos o pensamos. Esta reducción radical de lo mental a lo informático supone tratar el cerebro como un ordenador, y todo proceso conductual o mental como un programa de ordenador, o al menos descriptible como tal. El compañero metafísico de esta reducción es el mito del alma inmaterial.

Al pretender reducir el comportamiento y lo mental a la elaboración de informaciones (o cómputos), la ciencia cognitiva empobrece a la psicología de manera aterradora. Deja de lado los aspectos más interesantes de la experiencia subjetiva: la emoción y la motivación, la espontaneidad y la curiosidad, la originalidad y la intuición, la intención y la libertad. Y al aislarse de la neurociencia, así como de casi toda la psicología clásica, de la psicología clínica y de la psiquiatría, la “ciencia cognitiva” atrasa el reloj a los tiempos en que la psicología no tenía contactos con la biología ni con las ciencias sociales. En resumen, efectúa la reducción equivocada (a la elaboración de información) y la fusión equivocada (con compañeros de ruta ocasionales, uno de los cuales, la inteligencia artificial, no es una ciencia básica sino una técnica). Por estos motivos la “ciencia cognitiva” no es revolucionaria sino contrarrevolucionaria.

A nuestro juicio la síntesis correcta es la fusión de todas las ramas de la psicología sobre la base de la neurociencia y junto con las biología del desarrollo individual y de la evolución, así como con parte de las ciencias sociales. Esta es la síntesis correcta porque el comportamiento y la vida mental son procesos biológicos que se dan en animales que viven en estrecho contacto con otros animales. Por este motivo la psicología científica es parte tanto de la biología como de la ciencia social.

La absorción de la psicología por la biología y las ciencias sociales no elimina a la primera como ciencia *peculiar* caracterizada por una problemática, una metódica y unos

conceptos propios: sólo termina con su *independencia*. En efecto, la psicología científica, al mismo modo que su precursor protocientífico, la psicología clásica, estudia problemas que le son propios, tales como los mecanismos de la memoria y del aprendizaje. Pero ahora puede estudiarlos como procesos neurofisiológicos, que presumiblemente consisten en la sinaptogénesis y la formación de nuevos sistemas neurales (“reconexiones”) que ocurren bajo la influencia del sistema endocrino así como de estímulos sociales. En resumen, la psicología pierde su autonomía pero no su especificidad (Paralelos: la química y la biología modernas). Y deja de ser la disciplina anómala, para convertirse en un componente del sistema de los conocimientos científicos.

Conclusión

A manera de conclusión resumiremos las principales tesis formuladas y defendidas en lo que precede:

(1) Los procesos mentales son procesos cerebrales de cierto tipo, a saber, cambios que ocurren en los subsistemas plásticos (o auto-organizados) de los animales de ciertas especies superiores.

(2) Los procesos mentales son emergentes de cuatro maneras: (a) son peculiares a los sistemas nerviosos de animales altamente evolucionados, (b) consisten en la actividad de sistemas multineuronales, no de neuronas individuales, (c) se modifican desde el nacimiento hasta la muerte, y (d) resultan de un largo proceso evolutivo.

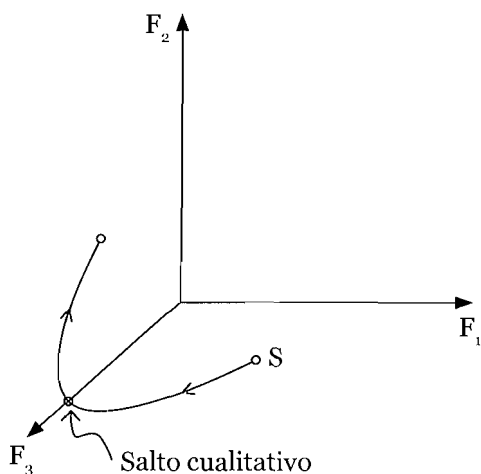
(3) Puesto, que el comportamiento y los procesos mentales son procesos biológicos condicionados por la sociedad, la neurociencia y la psicología individual no bastan para explicarlos: también se necesitan la etología y la psicología social.

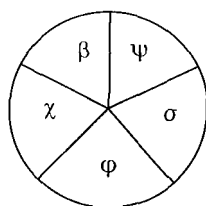
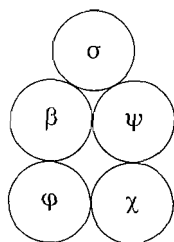
(4) El comportamiento y los procesos mentales han sido estudiados hasta ahora por numerosas disciplinas, cada una de las cuales ha abordado un solo aspecto. Esta fragmentación, estimulada por la filosofía dualista de la mente, así como por la organización social de la investiga-

ción, ha frenado el desarrollo de nuestra comprensión del comportamiento y de la mente.

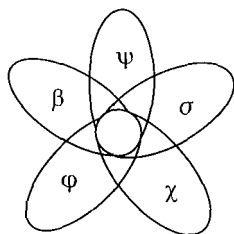
(5) La estrategia de investigación más promisoría en psicología combina la reducción (hasta cierto punto) con la integración: la reducción de lo conductual y de lo mental a lo biológico influido por circunstancias sociales, y la integración de las numerosas disciplinas que se ocupan de estos procesos.

Nuestras consignas son, pues, *Materialismo emergentista y Reducción débil unida a la integración*. Desde luego que esta estrategia es más compleja que sus rivales. Pero el mundo es complejo: la simplicidad sólo radica en nuestra ignorancia.

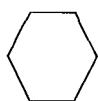




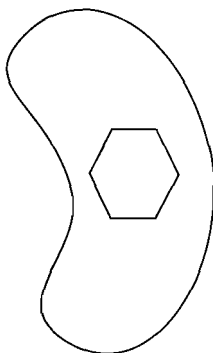
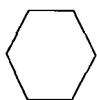
(b)



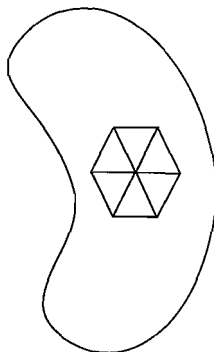
(c)



(a)



(b)



(c)

Acápites de las figuras

Fig. 1. Representación de un cambio cualitativo de la cosa x en su espacio de los estados (realmente posibles) S . Cada eje coordenado representa una propiedad de la cosa relacionada con otra propiedad de la misma. Durante la primera parte de la existencia de x , el punto s que representa su estado instantáneo se mueve en el plano F_1 y F_2 , hasta chocar con el plano vertical F_2 y F_3 , instante en que pierde la propiedad F_1 pero gana la propiedad F_3 . Ejemplo: la relocalización de funciones mentales después de una lesión.

Fig. 2. Tres opiniones sobre las relaciones entre la física (ϕ), la química (χ), la psicología (ψ), la biología (β) y las ciencias sociales (σ) (a) Antirreduccionismo con globalismo: campos independientes. (b) Reduccionismo radical con atomismo (o individualismo): sectores diferentes de una misma totalidad. (c) Reduccionismo moderado con emergentismo: campos que se solapan parcialmente, y cada uno de los cuales está caracterizado por conceptos, problemas y métodos que le son propios, aun cuando comparte otros conceptos, problemas y métodos con otros campos. La intersección de los 4 campos es igual a la matemática más la filosofía inherente a la ciencia.

Fig. 3. (a) Análisis. (b) Ubicación en un contexto (p. e. entorno físico o social) (c) Síntesis.

ALBERT EINSTEIN, EL CÉLEBRE DESCONOCIDO*

Si se le pidiese a una persona cualquiera de nuestro tiempo que nombre al científico que primero le venga a la mente, probablemente responderá: Einstein. Ningún otro científico de la historia, ni siquiera Arquímedes, Euclides, Galileo, Newton, o Darwin, ha alcanzado la popularidad que goza Einstein entre nuestros contemporáneos.

Es improbable que la popularidad de Einstein se deba a la difusión de sus teorías; al contrario, éstas sólo están al alcance de especialistas, quienes han debatido durante años el significado de muchas de las fórmulas debidas a Einstein. Se cuenta que, hacia 1920, alguien le aseguró al célebre astrofísico Sir Arthur Eddington que sólo dos personas habían entendido la teoría general de la relatividad; Eddington, sorprendido y ‘mosqueado’, habría respondido: “¿Quién es el otro?”.

¿A qué se debe la popularidad de Einstein? ¿Tal vez a que fue uno de los grandes revolucionarios de la ciencia? No cabe duda de que lo fue, pero tampoco cabe duda de que en nuestro siglo ha habido muchas otras revoluciones científicas, igualmente importantes, producidas por científicos muchísimo menos conocidos que Einstein. Baste recordar

* Prólogo a Banesh Hoffman, para el libro *Einstein* (1984), Barcelona: Salvat, pp. 11-17.

las teorías cuánticas, la física nuclear, la teoría sintética de la evolución, la biología molecular, la psicología fisiológica, y la sociología matemática, por no mencionar revoluciones técnicas tales como la televisión, la informática y la exploración espacial. Es obvio entonces que el ser revolucionario en ciencia o en técnica no garantiza la fama.

Es posible que la celebridad de Einstein se deba a la conjunción de cinco características: obra científica, impacto desconcertante de la misma, opiniones desusadas sobre asuntos mundanos, atribución de la bomba atómica, y personalidad. Pasemos breve revista a estos cinco rasgos.

La obra científica de Einstein fue notable por haber abarcado una multitud de problemas difíciles y profundos durante medio siglo (El científico corriente trabaja en un solo campo y produce su obra principal en el curso de un puñado de años, y dedica el resto de su vida a trabajos menores, a enseñar, o a administrar). Einstein contribuyó a probar la existencia de átomos y moléculas, de la que se había dudado hasta entonces; postuló la existencia del fotón o cuanto luminoso; construyó la teoría especial de la relatividad, en particular la mecánica relativista; edificó la relatividad general, o teoría del campo gravitatorio; y fue uno de los fundadores de la física cuántica. Recibió el premio Nobel por uno de sus primeros trabajos (el referente al fotón), pero pudo haberlo recibido por cualquiera de otros tres o cuatro trabajos, o incluso por su brega por la paz mundial. En resumen, mereció media docena de premios Nobel.

El impacto de algunas de las contribuciones de Einstein fue desconcertante para la mayoría de la gente. Muchos científicos se negaron inicialmente a aceptar las ideas einsteinianas de que las distancias y duraciones, así como las masas y energías, no son absolutas sino relativas al sistema de referencia. Muchos legos extrajeron la conclusión equivocada de que Einstein había probado que todo es relativo e incluso subjetivo. La mayoría de los científicos cerró los ojos a las objeciones que Einstein formulara a algunos aspectos de las teorías cuánticas; otros reconocieron que, aunque estas teorías son exitosas, Einstein puso el dedo en algunas llagas. En

todo caso, las ideas científicas de Einstein causaron profunda impresión, unas por ser bien entendidas como revolucionarias, y otras por ser mal entendidas como conservadoras.

El tercer rasgo de la vida de Einstein que contribuye a explicar su popularidad es que, desde 1920 hasta su muerte, fue lo que hoy llamaríamos el *gurú*, o sabio consejero, de la humanidad. Se le consultaba acerca de todo: psicoanálisis, parapsicología y religión; nazismo, socialismo y sionismo; guerra, paz, y bomba atómica. Einstein escribió tanto o más sobre problemas públicos que sobre ciencia. Al igual que el filósofo romano, nada humano le era ajeno.

Uno de los episodios más difundidos y peor comprendidos de la vida de Einstein fue su participación en la construcción de la primera bomba atómica. Hay quienes creen que ésta fue diseñada con ayuda de las teorías de Einstein; otros creen que él fue quien persuadió al Presidente Roosevelt de que ordenara la construcción de la bomba. Nada de esto es verdad. La famosa fórmula einsteiniana que relaciona la energía con la masa no fue sino una de las muchísimas fórmulas que aparecen en las teorías del núcleo atómico. La base científica de la tecnología nuclear es la física nuclear, no la teoría de la relatividad.

En cuanto a la participación de Einstein en la construcción de las primeras bombas nucleares, hoy sabemos tres cosas. Primero, Einstein no tomó la iniciativa; fueron otros, en particular Szilard, quienes “torcieron su brazo” y lo persuadieron de que firmara la famosa carta dirigida a Roosevelt (Quien recuerde el avance fulmíneo del nazismo en 1940 comprenderá el temor de muchos, de que pudiera llegar a dominar al mundo entero, particularmente si lograba fabricar bombas nucleares). Segundo, Roosevelt no respondió inmediatamente a dicha exhortación; tardó un buen rato en hacerlo, y finalmente dio la orden, posiblemente influido por los militares. Tercero, al enterarse de que el Presidente Truman había ordenado usar la bomba contra el Japón, quebrantando así el compromiso contraído por el gobierno con los físicos que participaron en su construcción, Einstein se arrepintió de haber firmado esa carta.

Fue entonces cuando declaró que, si le fuese dado vivir por segunda vez, elegiría el oficio de plomero.

Por último, viene el factor personalidad. Einstein era eminentemente simpático e inspiraba tanto amor como respeto. Su correspondencia privada muestra que se dolía de la desgracia ajena e intentaba ayudar a colegas en aprietos políticos o económicos. Adhería a cualquier causa humanitaria o democrática que recabase su firma. Pese a su fama y a tener plena conciencia de su valía, conservó la modestia (pero no la humildad) de quien busca y no siempre encuentra. Pese a todos los honores que recibió, respondía cartas de gente humilde, desdeñaba la ceremonia, y vestía poco menos que como un *beatnik*. Aunque se ocupaba a menudo de asuntos mundanos conservó siempre ese aire de sabio distraído, más selenita que terráqueo. Y nunca le faltó tiempo para reunirse con amigos y arañar el violín. Tuvo muchos amigos, con quienes sostuvo una correspondencia nutrida sobre los asuntos más diversos. Y, como todo revolucionario, tuvo algunos adversarios científicos y filosóficos, pero todos le respetaron. Sus únicos enemigos fueron los nazis de todo pelaje, tanto en Europa como en los EE UU.

(Entre paréntesis, he aquí una anécdota que muestra la modestia del sabio. En 1953 el autor de estas líneas se dirigió a Einstein por intermedio de un amigo común, el físico David Bohr, pidiéndole autorización para traducir su obra completa al castellano. La respuesta del sabio no tardó en llegar y ocupaba una sola línea: “Dígale al Dr. Bunge que no vale la pena, porque la mayor parte de mis escritos han sido superados”. ¡Qué error y qué pena!)

Einstein, el sabio más célebre de la historia, fue también el peor conocido. Murió ignorado por casi todos sus colegas (Oppenheimer, un físico de segunda fila, lo llamaba “el viejo tonto”). Al final de su vida pocos físicos creían en la importancia de sus ideas: sólo el público seguía respetándolo y adorándolo. A los físicos de aquel entonces les parecía que la teoría einsteiniana de la gravitación era marginal y que nada nuevo podría esperarse de ella. También creían

que las críticas de Einstein a la física cuántica habían sido respondidas definitivamente por Bohr.

Estas evaluaciones cambiaron dramáticamente a partir de 1960, cuando los físicos experimentales y los astrónomos empezaron a sacar pleno provecho de la teoría general de la relatividad. En pocos años los tres “efectos” clásicos que la habían confirmado inicialmente se convirtieron en una veintena. Los matemáticos, acuciados por estos éxitos, estudiaron con mayor ahínco las ecuaciones del campo gravitatorio, y en pocos años acumularon centenares de nuevas soluciones a las mismas. Y a partir de 1970 los físicos cuánticos redescubrieron algunas de las críticas de Einstein a la interpretación ortodoxa de la física cuántica. En particular, dedicaron mucha atención a la famosa paradoja de Einstein-Podolsky-Rosen, que sigue causando insomnio a muchos de nosotros. En suma, Einstein ha vuelto a estar de moda. Casi todos reconocen hoy que muchos de los problemas que le ocuparon siguen abiertos. Echemos un vistazo a algunos de estos.

¿Es verdad que, según la teoría de la relatividad, todo es relativo? No. Según esa teoría, que ha sido ampliamente confirmada en el laboratorio, algunas propiedades son relativas al sistema de referencia, al par que otras son absolutas, o sea, independientes del sistema de referencia. Por ejemplo, la velocidad y la temperatura son relativas, pero la carga eléctrica y la entropía son absolutas. Las ecuaciones básicas del movimiento y de los campos son absolutas, o sea, valen relativamente a todos los sistemas de referencia de cierto tipo. En cambio sus soluciones (p. ej. las órbitas de los cuerpos y las trayectorias de las ondas luminosas) son relativas, porque lo son las posiciones, distancias, formas, y duraciones. En resumen, la teoría de la relatividad relativiza algunas propiedades, no todas. Y, por supuesto, se limita a propiedades físicas: nada dice, por ejemplo, acerca de la moral o de las costumbres.

Algunos filósofos creyeron que la relatividad implica un retorno al subjetivismo, o sea, la doctrina según la cual todo es del color del cristal con que se mira. Este es un error y

proviene de identificar sistema de referencia (cuerpo semi-rígido) con observador o experimentador. Todo observador puede servir como sistema de referencia (imperfecto, por cierto) Pero la recíproca es falsa, ya que la enorme mayoría de los sistemas de referencia, tales como las estrellas y los sistemas estelares, están deshabitados. En todo acaso, la física no se ocupa del acto psíquico de la percepción. La relatividad es tan objetiva como cualquier otra teoría científica.

Otro error común es el creer que, puesto que la elección de sistema de coordenadas (rectangulares, esféricas, cilíndricas, etc.) es convencional, las distancias son convencionales. La verdad es que las distancias no cambian con los sistemas de coordenadas (que son objetos conceptuales) sino con los sistemas de referencia (que son sistemas físicos). Si la distancia entre dos cuerpos es de un metro cuando se emplea coordenadas rectangulares, sigue siendo de un metro cuando se pasa a coordenadas cilíndricas. Pero esta distancia es de un metro relativamente a cierto sistema de referencia. Relativamente a un referencial en movimiento respecto del primero, la distancia podrá ser de 10 cm o de 1 cm, según sea la velocidad.

Las duraciones son relativas, pero la dirección temporal de un proceso causal no lo es. Por ejemplo, ninguna manipulación de coordenadas espaciotemporales puede invertir la relación temporal entre la emisión de un fotón y su absorción por un cuerpo: primero ocurre el primer hecho, y luego el segundo, y esto es así en cualquier sistema de referencia. Lo único que podrá cambiar es el tiempo que media entre los dos sucesos: respecto de un sistema de referencia podrá ser de un segundo, mientras que respecto de un sistema de referencia en movimiento respecto del primero podrá ser de 10 ó de 100 segundos.

Según la teoría especial de la relatividad, los valores de la energía E y de la masa m de un cuerpo están relacionados entre sí por la fórmula más célebre de la historia: " $E=mc^2$ ", donde c es la velocidad de la luz en el vacío. Muchos han creído que esta fórmula implica que todo lo que tiene energía también tiene masa; en particular, han creído que la

luz posee masa puesto que tiene energía. Esto no es verdad: dicha fórmula pertenece a la mecánica relativista, no a las teorías de campos, tales como los luminosos. La luz carece de masa y por tanto también de peso.

Tal vez se pregunte: si la luz no tiene peso ¿cómo es que los rayos luminosos se curvan al pasar cerca de un cuerpo masivo, como si cayeran sobre él? La respuesta es que se curvan porque siguen la línea más corta, la que en un campo gravitatorio puede ser una curva (geodésica). Los campos gravitatorios curvan el espacio (y el tiempo). Esto no significa que la teoría einsteiniana de la gravitación haya reducido éste a un fenómeno geométrico. Einstein no geometrizó la física, sino que asignó una interpretación física a ciertas fórmulas geométricas que aparecen en su teoría de la gravitación. La física teórica sigue siendo tan matemática y tan física como antes de Einstein: o sea, es un esqueleto matemático relleno de contenido físico.

El rasgo más notable de la relatividad general es, quizá, que no trata al espacio y al tiempo como un escenario fijo en el que se desempeñan los agentes físicos. Al contrario, las distancias y duraciones, así como la forma (en particular la curvatura) del espacio y del tiempo dependen de la distribución de los cuerpos y de los campos. Tan es así, que es dable suponer que, si no hubiese ni unos ni otros, tampoco habría espacio ni tiempo. En la relatividad general, la física no se geometriza sino que la geometría se fisicaliza.

La astronomía extragaláctica, o cosmología, es impensable hoy sin la teoría einsteiniana de la gravitación. Todos los modelos de universo que emplean los cosmólogos son compatibles con esa teoría. Pero, al mismo tiempo, la novísima cosmología incluye también porciones de la física cuántica. Y la unión de ambas teorías es forzada, porque el campo gravitatorio sigue rebelde a las tentativas de cuantizarlo, o sea, tratarlo según los principios de la teoría cuántica. Quienes creen que las teorías cuánticas son básicamente verdaderas esperan que, tarde o temprano, la teoría general de la relatividad, que es de corte clásico, será superada por una teoría cuántica del campo gravitatorio. La teoría

de Einstein seguirá valiendo para campos gravitatorios en gran escala. Quien viva verá.

La relación de Einstein con las teorías cuánticas es complicada. Él fue el primero en comprender que la célebre fórmula de Planck implica que la energía radiante está cuantizada: que un campo lumínico es un sistema de fotones. Sin saberlo y sin quererlo, Planck y Einstein pusieron la piedra fundamental de la electrodinámica cuántica, edificio que no se construyó sino veinte años más tarde. Otra contribución importante de Einstein a la física cuántica fue su teoría del calor específico de los sólidos. En ésta, al igual que en sus contribuciones a la teoría del movimiento browniano, Einstein hizo uso del concepto de probabilidad objetiva como propiedad física independiente de nuestras expectativas. Su tercera contribución a la teoría cuántica fue su examen de diversas fórmulas y de varios experimentos ideales. Las discusiones que sobre estos temas sostuvo con Bohr, Born, Pauli y otros grandes son un modelo de penetración, claridad y honestidad. Aun hoy dichas discusiones, recogidas en actas de congresos y en el archivo de Einstein, así como en libros, son motivo de nuevas discusiones entre los físicos.

Se cree a menudo que la principal objeción de Einstein a la física cuántica es que ésta es probabilista. Suele citarse su dicho de que Dios no juega a los dados con la naturaleza: se cree que Einstein abrazó consecuentemente un determinismo de tipo laplaciano. Esto no es verdad: Einstein parece haber fluctuado entre este determinismo y otro más amplio, que incluye la legalidad probabilista. Esta opinión es confirmada por el hecho de que Einstein construyó teorías físicas en que la probabilidad figura como propiedad objetiva en pie de igualdad con la masa o la intensidad de campo.

El principal motivo de la discordia entre Einstein y los demás cofundadores de la física cuántica es que éstos, con excepción de Broglie y Schrödinger, propiciaban una interpretación semisubjetivista de la teoría. En efecto, Bohr, Heisenberg, Pauli, Jordan, von Neumann y otros sostenían que no hay tal cosa como sucesos atómicos o nucleares independientes de los experimentadores: que todo aconteci-

miento microfísico es producido por algún observador, que la medición crea al fenómeno. En su apoyo aducían que el experimentador, al variar el dispositivo experimental, puede hacer que los electrones y demás “partículas elementales” exhiban, ya propiedades corpusculares, ya propiedades ondulatorias. Einstein rechazaba esta interpretación semi-subjetivista. Para él, el experimentador no crea propiedades físicas, sino que las pone de manifiesto y las mide. ¿Quién tuvo razón, Einstein o Bohr? La respuesta a esta pregunta nos llevaría a una discusión técnica en la que no podemos entrar aquí. Nos limitaremos a afirmar las conclusiones. Primera, es verdad que en ciertos casos (no en todos) el experimentador produce el fenómeno y crea la propiedad; éste es el caso de la polarización de un haz luminoso o de partículas mediante un polarizador. Pero también es cierto que esto se logra por medios estrictamente físicos, no por acción directa de la mente sobre la materia. Segunda, también la naturaleza puede ejecutar trucos similares, como lo prueba el hecho de que las teorías cuánticas se usan en astrofísica, que estudia procesos que ocurren en las estrellas, donde no hay experimentadores.

Einstein creía que la teoría cuántica no era sino una primera aproximación a la verdad y que, eventualmente, sería reemplazada por otra. Creía que la nueva teoría tendría que contener exclusivamente “variables ocultas” de tipo clásico (sin dispersión), y que pudieran explicar las distribuciones de probabilidad en lugar de suponerlas. Creía que sólo así se lograría objetivizar completamente la física. Esta creencia inspiró un vigoroso movimiento de construcción de teorías de variables ocultas entre 1950 y 1980. Últimamente el programa de las variables ocultas entró en crisis: se comprobó experimentalmente que cualquier teoría que las contenga es falsa. Al mismo tiempo se ha empezado a comprender que, para librar a la física cuántica del subjetivismo, no es preciso recurrir a variables ocultas. Basta ajustar la interpretación física al formalismo matemático. Al recortar la grasa idealista queda una carne estrictamente física, aunque básicamente probabilista.

Como es sabido, Einstein no se limitó a hacer incursiones filosóficas. Fue uno de los poquísimos intelectuales europeos que se opusieron a la guerra del 14. Combatió al nazismo. Escribió en favor del socialismo democrático. Apoyó al sionismo y al estado de Israel al mismo tiempo que criticó al nacionalismo y al racismo. Alentó a los científicos norteamericanos a resistir al macarthysmo. Junto con Bohr y Russell bregó por el desarme nuclear y por la formación de un gobierno mundial. Aunque jamás se hizo ilusiones, Einstein nunca perdió la confianza en el poder de la razón y en la posibilidad de construir una sociedad justa en la que todo aquel que lo deseara pudiese especular sobre la unificación de los campos y hacer música.

Cuando se recuerdan las múltiples contribuciones de Einstein al saber y a las causas justas de su tiempo, y cuando se contempla su cabeza decimonónica de soñador a la vez rebelde y pacífico, se comprende que se haya convertido en el símbolo del sabio moderno, o lo que un norteamericano llamaría Mister Science. No es extraño que, cuando el gobierno chino decidió reconstruir el país después de la “revolución cultural”, propusiera a Einstein como modelo para la juventud estudiosa. Lo hizo publicando una biografía del sabio y una colección de sus obras escogidas, en dos tomos, en tiradas millonarias.

¿Qué tiene de sorprendente que, aunque casi todos desconozcamos las profundas teorías científicas de Einstein, y aunque es posible que nadie haya calado hondo en su compleja personalidad de soñador práctico, todos reconozcamos que buscó la verdad y el bien con más ingenio, independencia, ahínco y valentía que ningún otro ser humano de nuestro siglo?

LOS FILÓSOFOS DEBEN CONTRIBUIR A CONTINUAR LA OBRA DE JEAN PIAGET*

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

SCHOLA GENEVENSIS MDLIX



CENTRE INTERNATIONAL
D'ÉPISTÉMOLOGIE GÉNÉTIQUE
FPSE - UNI II

Correspondance: 3, Place de l'Université
1211 Genève 4

Genève, le 27 juin 1977

24, rue Général Dufour
Téléphone 20.93.33

Monsieur le Professeur Mario BUNGE
McGill University
3479 Peel Street
MONTREAL, P.Q.

Mon cher Collègue et Ami,

Merci de votre charmante lettre.
Il va de soi que je crois au cerveau et n'ai rien d'un idéaliste
puisque, comme vous le dites si bien, on ne peut penser
autrement si l'on est biologiste.

Mon dernier ouvrage, intitulé
"Le comportement, moteur de l'évolution" (Gallimard), me
semble contenir tous les arguments à cet égard.

Veillez croire, mon cher Collègue
et Ami, à mes sentiments très cordiaux.

J. PIAGET

J. PIAGET

* Texto inédito, elaborado por Mario Bunge para Foundations and Philosophy of Science Unit, McGill University, Montreal H3A 1W7.

En mi opinión Jean Piaget y Donald Hebb han sido los psicólogos más importantes entre 1920 y 1980, y creo que serán recordados como los más originales, profundos y productivos de nuestro siglo. Piaget, por haber desarrollado la psicología del desarrollo, que era un campo subdesarrollado cuando él entró a cultivarlo y lo llevó a una posición central en la psicología científica, y Hebb por haber retomado el hilo de la psicología fisiológica, perdido en el desierto de la mitología psicoanalítica y de la antisicología conductista, ninguna de las cuales sabe de la existencia del sistema nervioso.

Creo que la próxima etapa de la psicología será unir la escuela de Piaget con la de Hebb: encarar desde el punto de vista neurofisiológico los procesos estudiados por Piaget y sus discípulos, enriquecer la psicología fisiológica —hasta ahora poco interesada por el desarrollo y la evolución— con la temática piagetiana. Dos ventajas adicionales de esta fusión serían la unión de la psicología científica europea con la norteamericana, y la adopción de la actitud filosófica que caracterizó a Piaget y en cambio está ausente en casi todos los psicólogos norteamericanos (De hecho el piagetismo ya ha invadido a Norteamérica. En cambio el enfoque sicobiológico aún es resistido en Europa occidental, acaso debido a la influencia de la filosofía idealista).

Como se sabe, Piaget fue no sólo psicólogo y sociólogo sino también filósofo. Su aporte a la filosofía ha sido tanto crítico como creador, y en ambos casos sobresaliente en esa hondonada que es la filosofía de lengua francesa. Piaget atacó la filosofía aún dominante en Europa continental, caracterizada por la obscuridad, la verbosidad y la ignorancia de la ciencia (Los filósofos oscurantistas nunca le perdonarán su punzante *Illusions et sagesse de la philosophie*). Además Piaget analizó múltiples problemas filosóficos y metodológicos de las ciencias naturales y sociales, especialmente en los tres tomos de su *Introduction à l'épistémologie génétique* (1950). No es el momento de juzgar esta obra. Me limitaré a afirmar que es muy superior a los libros, hoy tan difundidos, de Gaston Bachelard, quien jamás hizo investigación

original y multiplicó los nombres de su filosofía (*philosophie du non*, *philosophie dialoguée*, *rationalisme appliqué*, *matérialisme technique*, etc.) en lugar de exponerla con claridad y concisión. Creo que el aporte más importante de Piaget a la filosofía ha sido indirecto, al fomentar relaciones estrechas entre la epistemología y la psicología, y al darle un empujón tremendo a una psicología tan lejana de la psicología filosófica que aún practican muchos filósofos en todos los continentes. Nadie que haya leído a Piaget puede seguir hablando de 'la mente humana' como si fuera la misma en todas las edades del individuo y en todas las épocas del género humano (Hume hubiera aplaudido).

La filosofía está, pues, en deuda con Piaget y su escuela. Hay una sola manera de cancelar esta deuda, y es tratar de ayudar a que la psicología piagetiana prosiga su desarrollo. Se me ocurre que el filósofo debiera contribuir de diversas maneras a este desarrollo. En primer lugar, se impone aclarar las ideas de Piaget con ayuda de algunas herramientas lógicas y matemáticas. En particular, es menester aclarar la noción de estructura, que figura tan prominentemente en los escritos del maestro. Cuando Piaget escribe sobre estructuras conductuales y mentales, no se sabe a ciencia cierta qué son estructuras. Ni en matemática ni en ciencias fácticas se conocen estructuras en sí: toda estructura lo es de algo. Por ejemplo, se dice que un semigrupo, lejos de ser un conjunto carente de estructura, está estructurado por la operación de concatenación: ésta induce la estructura de semigrupo. En física y química se habla de la estructura de átomos, moléculas, cristales, etc.; en ciencias sociales, de la estructura (económica, política o cultural) de la comunidad, y así sucesivamente. Piaget, en cambio, nos habla de estructuras a secas.

Es necesario poner al descubierto los objetos que estarían estructurados al modo que imaginaba Piaget, o sea, poner de manifiesto las clases de referencia de las teorías de Piaget ¿Se trata de estructuras neurales o de estructuras de conjuntos de funciones cerebrales? La respuesta podrá venir de un estudio hermenéutico de los textos del maestro.

Pero además es preciso axiomatizar las teorías de Piaget para que no quede duda acerca de la identidad de sus clases de referencia. Y también se impone ahondar dichas teorías con ayuda de la neurociencia. De esta manera se constituirá finalmente la deseada psicología profunda: la ciencia de la conducta del cuerpo y de los procesos síquicos que ocurren en el cerebro. El filósofo puede ayudar a dar a luz a la psicología profunda auténtica con sus análisis críticos, sus trabajos de reconstrucción racional (en particular de axiomatización), y de *rapprochement* de la psicología con la neurociencia.

En segundo lugar, es preciso aclarar las relaciones un poco tensas entre la psicología de Piaget y la biología evolucionista. Si bien evolucionista, Piaget no fue darwinista ortodoxo y, al menos en lo que respecta a los animales, se inclinó por una mezcla de darwinismo con lamarckismo. Creía que, puesto que la conducta no es sólo un resultado de la evolución sino también un motor de ésta —como arguye brillantemente en su *Le comportement, moteur de l'évolution* (1976)— se impone corregir el neodarwinismo con una dosis de lamarckismo o, más precisamente, de la hipótesis de que ciertas propiedades adquiridas son heredables. Creo que éste es un error: el neodarwinismo basta, ya que el ambiente no selecciona genes desnudos ni repertorios de conducta desencarnados, sino poblaciones de animales-que-se-comportan (para hablar alemán). Una nueva pauta de conducta, adquirida sea por mutación o aprendizaje, tendrá algún efecto genético porque favorecerá o desfavorecerá ciertos genotipos. Por ejemplo, el animal que ha tenido la curiosidad de ensayar algo nuevo, y ha tenido la suerte de que esta novedad le favorece en su lucha por la vida, tiene mayor probabilidad de que sus genes se difundan y atrincheren en el *pool* genético de su población.

Que la conducta sea factor determinante de la irradiación o la extinción de una especie, cuadra pues perfectamente bien dentro del esquema neodarwinista. Este punto es de suma importancia, no sólo para evitar que la escuela de Piaget se aisle de la biología evolucionista, sino también para que atraiga a zoólogos (en particular primatólogos),

etólogos e incluso antropólogos interesados por aplicar las ideas de Piaget al desarrollo síquico de los vertebrados superiores, e incluso a la evolución de los homínidos. El filósofo interesado en promover la unidad de la ciencia podrá ayudar a aclarar el equívoco y podrá estimular a los amantes de la modelización matemática a que formulen modelos de evolución en que la conducta figure explícitamente.

Otro asunto que requiere la colaboración del filósofo es el problema mente-cuerpo. En algunos lugares Piaget ha hablado de paralelismo psicofísico y aun de dualismo mente-cuerpo, pero en otros ha dicho que las funciones mentales son funciones cerebrales. Sospecho que, al menos en su *Introduction à l'épistémologie génétique*, consideró el paralelismo psicofísico como una tesis metodológica antes que ontológica: se trataba simplemente de estimular la investigación paralela, tanto psicológica como neurofisiológica, de los procesos conductuales y mentales. No creo que el dualismo psicofísico pudiese satisfacerle como doctrina ontológica o científica: más bien, parece que no creía que la ciencia pudiese resolver este problema por el momento. Cabe a los filósofos investigar este problema. Ellos mostrarán, o bien que la obra del maestro (independientemente de sus declaraciones explícitas) es neutral frente a la cuestión del alma y el cuerpo, o bien que favorece explícitamente a uno de los *ismos* en circulación. En mi opinión la psicología del desarrollo refuta el dualismo psicofísico, en particular la tesis tomista de que el alma no se desarrolla puesto que es insuflada por el Espíritu Santo en el momento de la concepción (Todo *ménage* es un *ménage à trois*). Piaget y su escuela han mostrado claramente que las facultades mentales se desarrollan desde el nacimiento, y no gradualmente sino por etapas, de suerte que el inicio de cada una de éstas está marcado por la emergencia de nuevas propiedades y leyes ausentes de las anteriores. La psicología piagetiana es inequívocamente emergentista tanto en lo que respecta al desarrollo individual como a la evolución de la especie. Que también sea materialista, está por verse o, mejor dicho, por hacerse, ya que lo será desde el momento en que se case con la psicología fisiológica.

Piaget ha muerto, pero la psicología que él inauguró está más vigorosa que nunca y merece vigorizarse aun más uniéndose decididamente a la psicología fisiológica para constituir una auténtica psicología profunda. El filósofo podrá ayudar a semejante proceso si, en lugar de permanecer al margen del mismo como espectador o como crítico hostil, cumple su función socrática de partero (y casamentero y correveidile).

Para terminar, permítaseme recordar un par de anécdotas. Hace ya muchos años le conté a Piaget que un psicólogo norteamericano acababa de confirmar, trabajando con 600 niños, las hipótesis sobre el origen del pensamiento lógico que Piaget había puesto a prueba con un puñado de escolares ginebrinos. El *patrón* lanzó un par de bocanadas de humo y *me respondió tranquilamente, sin humildad ni soberbia*: “*Naturellement*”. Años después, en vista de su aparente indecisión respecto del problema mente-cuerpo, le pregunté si él, como biólogo, podía creer en el mito de la mente distinta de un conjunto de funciones cerebrales. Su respuesta fue inequívoca: *No*.

RELIGIÓN Y CIENCIA SEGÚN JUAN PABLO II*

La Iglesia Católica ha cambiado de actitud frente a la ciencia en el curso de los últimos decenios. En efecto, de la desconfianza y aun hostilidad características de la *ecclesia militans* de hace un siglo ha pasado a la conciliación. Esta actitud, esbozada ya por Pío XII, se acentúa en Juan Pablo II, quien ha hecho un llamado para que se reabra el infame proceso a Galileo, “reconociendo honestamente las equivocaciones de una y otra parte”, sin aclarar sin embargo en qué consistieron los errores del gran físico florentino (Inter ciencia 5:173-175 (1980)).

Los protestantes ya habían llegado a un *modus vivendi* con la ciencia hace varios siglos, y muchos teólogos protestantes habían descubierto que, mejor que atacar la ciencia, es abrazarla e intentar mostrar que ella confirma la teología al descubrir la maravilla y el propósito de la creación (Recuérdese los trabajos de Robert K. Merton). Pero, mientras los teólogos protestantes están divididos en la manera de justificar este arreglo, los católicos están unidos. En efecto, los protestantes se dividen entre los que sostienen que ciencia y religión son compatibles porque ocupan territorios

* Texto inédito. Foundations and Philosophy of Science Unit, McGill University, Montreal.

diferentes, y los que afirman que las verdades de la ciencia armonizan con las de la religión porque ambas proceden de Dios: la ciencia y la religión son sólo dos maneras de enfocar el mundo (Cf. Ian G. Barbour, *Issues in Science and Religion* (Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1966)). Juan Pablo II adopta esta última postura, elaborada en algún detalle por teólogos protestantes.

No discutiremos aquí la explicación dada a la armonía entre ciencia y religión, ya que es improbable porque invoca un ente inescrutable. En efecto, no hay manera de poner a prueba ni de calcular la procedencia divina de la ciencia y de la religión. En cambio la tesis papal de que la ciencia es compatible con la religión sí puede ponerse a prueba. Para refutarla basta encontrar un par de contraejemplos flagrantes. Estos contraejemplos no se encontrarán en los territorios puramente técnicos de la ciencia, tales como la física del estado sólido o la fisiología vegetal. Para hallarlos es preciso recorrer las avanzadas de la investigación fundamental que prometen o amenazan refutar dogmas capitales del cristianismo. En este momento hay por lo menos tres campos que exigen una toma de decisión: la cosmología, la biología y la psicología. Recorrámoslos brevemente.

La cosmología de los dos últimos decenios ha abrazado decididamente la hipótesis del *big bang* formulada originariamente por el Abate Lemaître, buen relativista y buen católico citado por el Papa. Casi todos los cosmólogos contemporáneos hablan de la *creación* del universo, que habría ocurrido hace unos 20. 000 millones de años. Naturalmente, no hay la menor prueba de semejante creación, ni empírica ni teórica. Ningún cosmólogo serio afirma que haya habido creación a partir de la nada. Lo único que creemos saber es que hace unos 20.000 millones de años el universo explotó, y que sigue expandiéndose desde entonces. Ningún cosmólogo serio niega que el universo haya existido (en una forma muy distinta de la actual) antes de esa fecha; ninguno afirma que en esa época fuese creado por *fiat* divino. Las historias de la creación divina están a cargo de periodistas y teólogos. Los científicos no aceptan

que haya habido creación propiamente dicha porque (a) no hay la menor prueba de ella, y (b) aceptan que las leyes naturales no comienzan ni terminan bruscamente, y entre estas leyes se halla la ley de conservación de la energía, violada por cualquier interferencia divina en los asuntos mundanos. En resumen, la conversión de la hipótesis cosmológica de la explosión cósmica en una historia teológica es una manio-bra, hábil o incauta, que carece de fundamento científico.

Nuestro segundo campo es la biología. La biología moderna es netamente evolucionista. No acepta el mito de la creación de la vida sino que afirma su emergencia espontánea, hace unos tres mil millones de años, a partir de precursores abióticos. Ni acepta el mito de la creación separada de las especies, expuesto en el *Génesis*, sino que afirma que todas las especies evolucionaron por sí mismas a partir de las primeras células (Más aun, la biología evolucionista ha encontrado que la mayoría de las especies se ha extinguido, lo que no sabían los autores del *Génesis*. Es grave blasfemia responsabilizar al Creador de esta hecatombe). En suma, la biología moderna es evolucionista, no creacionista (O, si se prefiere, las novedades o creaciones que se producen en el transcurso de la historia de la naturaleza son inmanentes, no trascendentes). Es verdad que un teólogo inteligente, como Pío XII o Teilhard de Chardin, o Juan Pablo II, puede admitir la evolución. Pero no puede admitir que los mecanismos evolutivos sean naturales, es decir, que la evolución carezca de dirección sobrenatural. En cambio, la biología descubre que los mecanismos evolutivos son naturales: mutación, selección natural, deriva génica, etc. En definitiva, la principal verdad de la biología moderna –la evolución de todas las poblaciones de organismos por variación génica, selección natural, etc. – choca violentamente con la verdad revelada.

Finalmente tenemos el espinoso problema del alma. Si ésta es inmaterial e inmortal, su estudio pertenece a la teología, no a la psicología, ni menos aún a una psicología biológica que estudia la psique humana con tanto ahínco como la psique de animales subhumanos. Esta ciencia no

se da por aludida y estudia la psique de modo parecido a cómo los químicos estudian las reacciones químicas, o sea, como procesos materiales controlables experimentalmente y modelables matemáticamente. En particular, la psicología fisiológica de las últimas décadas tiende a concebir la mente como una colección de procesos cerebrales que ocurren en los sistemas neuronales plásticos (de conectividad variable, o sea, no programados). En suma, nada queda del alma inmaterial e inmortal diseñada por los filósofos paganos de la Antigüedad. Pero al menos esta doctrina no fue revelada, sino adoptada por el Cristianismo mucho después de Pablo, de modo que la Iglesia podría desembarazarse de ella sin riesgo teórico. Pero el costo práctico de esta reconciliación con la ciencia sería altísimo, porque ya no podría quedar a cargo de la cura de almas.

En resumen, hay violentos conflictos entre la religión cristiana y la ciencia en ciertas áreas de crecimiento de esta última. Pero, así como la Iglesia promete rehabilitar a Galileo, y ha dejado de atacar de frente a Darwin, es concebible que termine aceptando también la doctrina biológica (materialista) de la psique, aunque esto le lleve siglos. Al fin y al cabo, no es la religión la que se equivoca sino —como lo recuerda Juan Pablo II en el caso de Galileo— “hombres y organismos de la Iglesia”. Ya hay un precedente importante: el máximo sistema teológico-filosófico producido por el Cristianismo (a partir del aristotelismo), a saber, el de Santo Tomás, ha dejado de ser doctrina oficial de la Iglesia Católica (y nunca lo fue de los protestantes).

Queda por examinar una segunda afirmación de Juan Pablo II, a saber, que ciencia y religión comparten la humildad. Esto es importante para evitar la arrogancia consistente en negar los dogmas religiosos o en sostener con vehemencia doctrinas científicas que refutan a las religiosas. Así, por ejemplo, el filósofo católico Padre Ernan McMullin, profesor de la University of Notre Dame, escribe: “La exploración científica del universo, como lo subrayara tan a menudo el difunto Santo Padre, es buena, pero sólo alcanza su significado pleno cuando respeta reverentemente el poder último

(*overlordship*) de Dios. Debe ejecutarse con humildad; debe haber una verdadera ascesis cognoscitiva” (“Science and the Catholic tradition”, en I. G. Barbour, compilador, *Science and Religion. New Perspectives on the Dialogue* (New York: Harper & Row, 1968), p.42) El investigador científico no es humilde en este sentido: no está dispuesto a retroceder cuando su trabajo amenaza atacar dogmas establecidos. Ni es humilde en ningún otro sentido: más bien, es audaz y hasta irreverente. El investigador científico es, sí, modesto: tiene conciencia de sus limitaciones así como del hecho de que la humanidad ha empezado recién a conocer la realidad (Y muchos científicos saben que la tardanza se debió en parte a la presión de las religiones). La persona humilde no tiene ambiciones; el científico, por modesto que sea, ambiciona hacer descubrimientos o invenciones que dejen una marca en el proceso del conocimiento. Sin ambición no hay lucha ni tesón. Y la investigación científica es una lucha tesonera que no está al alcance de los humildes, siempre temerosos de molestar a los detentores de poder cultural. Los humildes pueden desempeñar una función útil averiguando datos, manejando instrumentos, o haciendo cálculos; pero sólo los ambiciosos encuentran y atacan problemas difíciles cuya solución puede cambiar el rumbo de la ciencia o aun poner en peligro dogmas de algún tipo, sean científicos o filosóficos, religiosos o políticos.

En resumidas cuentas, Juan Pablo II es excesivamente optimista. No hay motivos para creer que la religión y la ciencia son menos incompatibles hoy que ayer; siguen siendo incompatibles en su enfoque, en su método y en sus resultados más profundos. No obstante, seguirá habiendo por mucho tiempo, quizá siempre, buenos científicos con convicciones religiosas, sacudidos de tanto en tanto por graves crisis de fe ¿Tendrá esto que ver con la existencia de dos hemisferios cerebrales o simplemente con una tradición milenaria? Este es uno de los problemas que tendrá que resolver la ciencia de las religiones.

VEINTICINCO SIGLOS DE TEORÍA CUÁNTICA: DE PITÁGORAS A NOSOTROS Y DEL SUBJETIVISMO AL REALISMO*

Se exponen y defienden tres tesis. La primera: que la idea de cuanto o unidad mínima no es peculiar a la física cuántica, puesto que figura ya en las teorías clásicas de la elasticidad y de la electrólisis. La segunda: que las peculiaridades de los objetos que describe la física cuántica son más bien estas otras: que algunas de sus propiedades, en particular la posición y la energía, son borrosas; y que dos cuantones que han estado unidos alguna vez siguen asociados aun después de haberse separado espacialmente. La tercera: que la interpretación ortodoxa (o de Copenhague) de la teoría es falsa, y puede ser reemplazada ventajosamente por una interpretación realista (aunque no clasicista). A la luz de ambas interpretaciones se discuten la desigualdad de Heisenberg y las paradojas del gato de Schrödinger y de Zenón. También se muestra que los experimentos que falsearon las desigualdades de Bell no refutan al realismo sino al clasicismo inherente a las teorías de variables ocultas.

* Aparecido en *Saber y tiempo*. Revista de historia de la ciencia, Nº 10, julio - diciembre del 2000, pp. 5 - 23. Buenos Aires, Asociación Biblioteca José Babini.

Introducción: Antigüedad de la cuantificación

Un quantum, o cuanto, es una unidad básica, tal como el óbolo en el sistema monetario de la Grecia antigua, la carga eléctrica del electrón, o la energía del fotón y el bit de información. Suele creerse que los cuantos son característicos de la física cuántica, y que ésta nació hace sólo un siglo. Me propongo demostrar que ambas afirmaciones son falsas.

El primero en descubrir cuantos no fue Planck sino Pitágoras, al estudiar cuerdas vibrantes como las del arpa. También creo que una característica de los cuantones, o referentes de la teoría cuántica, no es que algunas de sus propiedades varíen de a saltos, sino que, salvo excepciones, carecen de valores precisos: son borrosas.

Otra peculiaridad de los cuantones es que, si alguna vez han estado juntos, nunca pierden del todo esta asociación: no son totalmente separables, por más que se distancien espacialmente. Los cuantones son ciertamente bichos muy raros, pero comparten algunas propiedades con los clasones. Una de ellas es que algunas de sus propiedades varían abruptamente, de a saltos, en tanto que otras aumentan o disminuyen gradualmente.

Cuantificación de la frecuencia: de Pitágoras a D'Alembert y Fourier

Es bien sabido que las enseñanzas de Pitágoras y sus discípulos son una mezcla de oro y lodo: de ciencia y mística. Una de las pepitas áureas de Pitágoras es su descubrimiento de que las frecuencias posibles de una cuerda vibrante son múltiplos enteros de una frecuencia o armónica fundamental, que depende del material y de la tensión de la cuerda. O sea, las frecuencias posibles de una cuerda vibrante son v , $2v$, $3v$, ..., nv . Las membranas y los sólidos vibrantes tienen propiedades parecidas. En todos estos casos, el mecanismo es el siguiente. En una cuerda (o membrana o sólido) sujeta en sus extremos sólo cabe un número entero de semiondas estacionarias.

En resumen, Pitágoras descubrió la cuantificación de las frecuencias de las oscilaciones de los cuerpos elásticos. Importa subrayarlo para destronar el mito de que sólo objetos microfísicos exóticos tienen propiedades cuánticas. También las tienen los violines, tambores, cristales, vigas, puentes, y muchas otras cosas de gran tamaño comparado con los átomos.

El primero en construir un modelo matemático de un cuerpo vibrante fue D'Alembert (1747), el gran matemático y físico quien, junto con Diderot, dirigió la famosa *Enciclopedia*. Dos siglos después, la ecuación que lleva su nombre sigue siendo una de las ecuaciones centrales de la física. Gracias a D'Alembert sabemos que, al rasgar una cuerda de violín con un arco, se la puede hacer vibrar con una oscilación igual a la suma de vibraciones de numerosas frecuencias y amplitudes.

Con la luz sucede algo similar: las ondas luminosas de las frecuencias puras son excepcionales; en general son sumas de ondas de frecuencias y amplitudes diferentes. El caso de la luz blanca es extremo: está compuesta por ondas luminosas de todas las frecuencias capaces de estimular la retina. Éstos son ejemplos del llamado principio de superposición, que en realidad es un teorema y suele creerse, erróneamente, exclusivo de la teoría cuántica.

Si se incluyen todas las frecuencias posibles, la suma en cuestión es una serie armónica o de Fourier, quien la inventó en 1822. De hecho, casi cualquier función o curva, oscilación u onda, puede analizarse como una serie (o una integral) de Fourier. Cada uno de los términos de ésta representa una vibración elemental, que es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental. Fourier culminó, pues, un proceso de invenciones y descubrimientos que empezó Pitágoras y D'Alembert retomó dos milenios después. Estos son ejemplos de lo que puede llamarse la ley de Merton (1965), según la cual todo descubrimiento o invención tiene algún precursor. A su vez, esta ley ejemplifica la de Lucrecio: nada sale de la nada.

Cuantificación de la carga eléctrica: de Faraday a Millikan

Al estudiar experimentalmente la electrólisis, Michael Faraday descubrió en 1833 que el efecto químico (la cantidad de materia depositada en un electrodo) de una corriente electrolítica es proporcional a la cantidad de electricidad que pasa. A su vez, esta cantidad es un múltiplo entero de cierta carga básica o elemental. O sea, la carga eléctrica está cuantificada. En 1911 Millikan descubrió que la unidad de carga eléctrica es la carga del electrón. Dicho de manera negativa: no hay electrones con carga fraccionaria.

Esto es tan sorprendente como lo sería el descubrimiento de que también hay una unidad natural de masa, de modo tal que la masa de una partícula de cualquier clase sería un múltiplo entero de la masa del electrón. No menos sorprendente es que la teoría cuántica aún no contiene un operador cuyos valores posibles (propios) sean múltiplos enteros de la carga del electrón. Éste es un agujero que falta rellenar. Si fuéramos buenos pitagóricos, construiríamos una teoría cuántica del campo eléctrico, en la que la carga del electrón aparecería como el cuanto de electricidad.

Cuantificación de la energía: Planck, Einstein y Bohr

En 1900 Planck postuló que la energía de un campo electromagnético encerrado en un cuerpo negro (totalmente absorbente) está cuantificada. Más precisamente, la cantidad de energía radiante de frecuencia ν es un múltiplo entero de la cantidad básica de energía $h\nu$, donde $h = 6.625 \cdot 10^{-34}$ joule segundo, designa la famosa constante de Planck. Una característica de esta constante es su extrema pequeñez. Otra es que es universal: su valor no depende de la clase de materia.

Cinco años después, Einstein postuló que todo haz electromagnético de frecuencia ν , provenga o no de un cuerpo negro, tiene una energía igual a un múltiplo entero de $h\nu$,

sea $E = nh\nu$. En otras palabras, un haz de radiación está compuesto por un número entero de fotones, o unidades del campo electromagnético. Esto sólo vale para la radiación: no vale para los campos electrostáticos ni magnetostáticos.

Bohr (1913) comprendió que, para aplicar estas ideas al átomo, tenía que agregar el postulado de que los estados de un átomo estable constituyen un conjunto numerable. Cada uno de estos estados correspondería a una órbita o trayectoria cerrada de un electrón en torno al núcleo. En jerga técnica, Bohr postuló que en un átomo la acción (energía $\times$ tiempo) está cuantificada: es un múltiplo entero de $h\nu$. Esto implica que cualquier transición entre dos estados estables es discontinua: es un salto cuántico, en que el átomo gana o pierde la cantidad $h\nu$ de energía, según que absorba o emita un fotón de la misma energía.

El modelo microplanetario de Bohr fue inicialmente tan exitoso, y se hizo tan popular, que aún hoy, pese a haber sido superado, sigue siendo el logo de la física moderna. Sin embargo, este modelo no es cuántico sino a medias, porque conserva las ideas clásicas de trayectoria, forma y tamaño precisos. Estas características se esfuman en la mecánica cuántica, aunque reaparecen en el caso de los átomos pesados. En otras palabras, las propiedades geométricas de la materia no son fundamentales, sino que van emergiendo a medida que el sistema se complica.

Variables clásicas y operadores cuánticos, valores precisos y distribuciones aleatorias

La teoría cuántica moderna fue construida por de Broglie, Heisenberg, Born, Schrödinger, Dirac y unos pocos más, entre 1924 y 1930. Esta teoría conserva los conceptos clásicos de espacio, tiempo, masa y carga eléctrica. En cambio, una de sus características es que carece de los conceptos clásicos de posición y momento precisos, por lo cual tampoco retiene los conceptos clásicos de energía ni de momento angular. En lugar de éstos figuran operadores que

actúan sobre la famosa función de estado ψ , formalmente parecida a la que en física clásica representa una onda, por lo cual también suele llamársela función de onda.

Este parecido formal sugirió, al principio, que la materia es ondulatoria: se habló de ondas materiales. Pronto se comprobó experimentalmente que esto es efectivamente así en ciertas condiciones. Pero en otras condiciones sobresale el aspecto corpuscular. De modo que se habla de la dualidad onda-corpúsculo. Esta dualidad es evidente en la ecuación $p = h/\lambda$ debida a de Broglie. Aquello que describe la mecánica cuántica no es, pues, ni corpúsculo ni onda. Es algo *sui generis*, que yo llamo cuantón (*quanton* en inglés).

La dualidad onda-corpúsculo se manifiesta claramente en la desigualdad de Heisenberg, mal llamada relación de indeterminación (o de incertidumbre). Según ésta, la posición y el momento tienen distribuciones cuyas varianzas (o dispersiones cuadráticas medias) son inversamente proporcionales la una a la otra: $\Delta x \cdot \Delta p \geq h/4\pi$. O sea, cuanto más precisa es la posición (Δx pequeña), tanto menos preciso es el momento lineal (Δp grande). Si el cuantón está muy bien localizado, carece de velocidad precisa; y si tiene una velocidad precisa, no está bien localizado. Por ejemplo, un cuantón encerrado en una caja ocupa toda la caja, pero tiene una velocidad precisa y cuantificada; es un múltiplo entero de cierta cantidad básica.

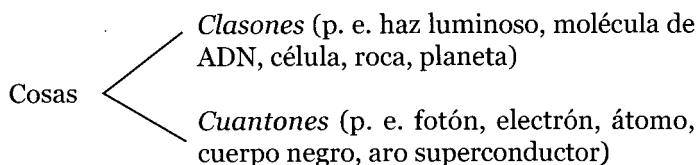
Con el momento angular $\mathbf{x} \times \mathbf{p}$ ocurre algo acaso aún más extraño: si una de sus componentes tiene un valor preciso, las otras dos son totalmente borrosas. Por consiguiente, el momento angular no es un vector (o tensor) propiamente dicho. Tampoco lo son el spin ni la velocidad en la mecánica cuántica relativista. Las flechas cuánticas son borrosas tanto en ancho como en dirección.

Clasones y cuantones: semejanzas y diferencias

Ya vimos que la cuantificación no es una peculiaridad de la teoría cuántica. En cambio, sí lo es la borrosidad de los cuantones. En particular, un cuantón está, en general,

en un estado borroso, o superposición de una infinidad de estados (propios), cada uno de los cuales se caracteriza por un valor preciso de la energía. Las analogías con la cuerda del violín y con la luz blanca son obvias.

Lo anterior sugiere la siguiente clasificación de los tipos de materia:



En realidad, ésta no es una partición exacta, ya que hay cosas intermedias entre cuantones y clasones, tales como haces luminosos extremadamente débiles y moléculas de tamaño intermedio, tales como la de agua. Podemos llamarlos semicuantones o semiclasones. Las cosas de este tipo son descritas por teorías semiclásicas (o semicuánticas). En ellas la constante h de Planck es despreciable.

Una característica de las teorías semiclásicas es que permiten formular imágenes. Por ejemplo, la órbita de un electrón exterior de un átomo en un estado altamente excitado, o de Rydberg, puede imaginarse de dos maneras diferentes: ya como una órbita microplanetaria, ya como una onda estacionaria circular con un número n de crestas.

Además de semiclasones (o semicuantones), hay cosas concretas o materiales, tales como los organismos y los sistemas sociales, que escapan a la física cuántica. Escapan a ella no porque sean macrofísicas, sino porque tienen propiedades suprafísicas, tales como la de estar vivo y la de regirse por normas que no derivan de leyes físicas.

La interpretación ortodoxa o de Copenhague

Durante un tiempo los padres de la mecánica cuántica (u ondulatoria) calcularon funciones de estado ψ , sin saber

qué representaban. O sea, habían dominado la sintaxis de la teoría pero aún desconocían su semántica. Sólo en 1927 Max Born propuso la interpretación probabilista que hoy se acepta, y por la cual recibió el premio Nobel. Ella reza así en su formulación ortodoxa: la cantidad $|\psi(x, t)|^2$ es la probabilidad de encontrar al cuantón dentro del volumen unitario, situado en x y al tiempo t , cuando se mide su posición. Este postulado muestra, entre otras cosas, que el concepto de probabilidad es básico en la mecánica cuántica.

¿Qué sucede cuando no se efectúa una medición de posición? Según la interpretación habitual o de Copenhague, en este caso el cuantón carece de posición, ni siquiera dentro del elemento de volumen considerado. En general, se dice que un cuantón no medido carece de propiedades: que las adquiere solamente cuando se las mide, lo que a su vez depende de la decisión del experimentador.

La desigualdad de Heisenberg solía interpretarse así: se decía que Δx y Δp son efectos de las operaciones de medición de x y de p respectivamente. Por ejemplo, para localizar a un átomo se lo ilumina con un fotón, el que aparta al átomo de su posición originaria al impartirle un momento extra. Pero la interpretación de marras presupone que los cuantones poseen una posición y un valor precisos antes de la medición, sólo que no se los conoce. Y también presupone que la causalidad rige al nivel cuántico.

Para obviar estas objeciones, hacia 1935 Bohr, Heisenberg y otros propusieron la llamada interpretación de Copenhague. Según ésta, la medición de una variable no perturba su valor sino que lo crea. Dicho de manera negativa: mientras no es medido, el cuantón carece de propiedades. Por lo tanto, ni siquiera existe, a no ser como constituyente, junto con el (cuantón) aparato. Como dijera Leo Rosenfeld, el experimentador “conjura” al electrón en un lugar dado o con una velocidad dada. Si no fuera por los físicos experimentales no habría electrones, ni siquiera en sus propias narices.

Esto valdría para todos los objetos físicos. Por ejemplo, la Luna no existiría cuando nadie la mira. En general,

el experimentador crearía el mundo a medida que lo va midiendo. Ser es medir o ser medido: ésta sería la versión cuántica de la famosa fórmula del filósofo empirista inglés George Berkeley, “Ser es percibir o ser percibido”.

Obviamente, esta hipótesis es antropomórfica e incluso mágica. No se compagina con el sentido común ni con la práctica científica. Es incompatible con el principio tácito de que la naturaleza se rige por leyes objetivas que preceden a los científicos, quienes procuran descubrirlas.

¿De donde proviene ese elemento antropomórfico de la interpretación de Born? Creo que tiene dos raíces. Una es el hecho de que los efectos cuánticos no son perceptibles sin ayuda de amplificadores. Ocurren en todas partes y en todo momento, pero sólo en el laboratorio se los puede detectar y puede producir a voluntad. Pero, del hecho que el experimentador puede “conjurar” efectos cuánticos, no se sigue la recíproca, o sea, que éstos sólo ocurren en condiciones experimentales. La primera raíz del subjetivismo inherente a la escuela de Copenhague es, pues, una mera falacia lógica.

La segunda raíz de la interpretación ortodoxa es la filosofía positivista que reinaba entre los físicos en la época en que nació la mecánica cuántica. Ya en aquella época solía decirse que sólo existe lo que puede medirse, cuando de hecho la mensurabilidad sólo es condición suficiente de existencia. Volveremos a este tema hacia el final. Por el momento prosigamos con el problema de la diferencia entre la física cuántica y la clásica.

La controversia Bohr-Einstein: ¿quién tuvo razón y en qué?

En 1936 Einstein y Bohr sostuvieron una famosa discusión en *Physical Review* sobre la interpretación de la mecánica cuántica. Discutieron particularmente las cuestiones de si las teorías físicas debieran representar la realidad tal como existe independientemente del experimentador (Bohr no, Einstein sí); de si la teoría cuántica es esencialmente

completa (Bohr sí, Einstein no); y de si habría que intentar completar la teoría agregándole variables “ocultas”, o sea, con varianza nula (Bohr no, Einstein sí).

Se cree comúnmente que Bohr ganó la discusión: que la teoría cuántica es completa y, sin embargo, no representa la realidad en sí misma, sino más bien las apariencias que crea o capta el experimentador. Una minoría importante, encabezada por Louis de Broglie y David Bohm –a quienes se agregaron, quince años más tarde, John S. Bell y Luis de la Peña Auerbach– pensaron, en cambio, que Bohr estaba equivocado y se dieron a la tarea de completar la teoría tal como lo había sugerido Einstein. En particular, le añadieron una coordenada clásica de posición y el momento correspondiente. Veremos más adelante que esta tentativa fracasó experimentalmente.

En mi opinión, cada uno de los gigantes en pugna ganó en algún respecto, y perdió en otros:

a. Bohr tuvo razón al afirmar que la mecánica cuántica es verdadera (al menos en primera aproximación) sin añadirle variables “ocultas” (clásicas); pero no tuvo razón al sostener que la mecánica cuántica no describe una realidad independiente del observador.

b. Einstein tuvo razón al exigir que toda teoría física represente la realidad, al menos en primera aproximación; pero no tuvo razón al sugerir que era preciso “clasificar” la teoría existente y, en particular, agregarle trayectorias precisas.

c. Ni Bohr ni Einstein tuvieron razón en lo que respecta a la completitud, ya que ninguna teoría fáctica (empírica), por exacta que sea, puede aspirar a abarcar todos los detalles de los objetos a que se refiere.

d. Ni Bohr ni Einstein caracterizaron adecuadamente los conceptos filosóficos clave de realidad y de causalidad.

Además, en esa oportunidad Bohr le hizo pisar el palito a Einstein al convencerle, mediante un experimento mental, de que hay una “relación de incertidumbre” o desigualdad de Heisenberg entre la energía y el tiempo, o sea, $\Delta t \cdot \Delta E$

$\geq h/2\pi$. No hay tal fórmula general, y ello por dos motivos. En primer lugar, en física cuántica el tiempo es una variable clásica (“oculta”), es decir, $\Delta t = 0$. En segundo lugar, ninguna fórmula teórica se infiere de análisis de experimentos, ni siquiera reales. En particular, las desigualdades de Heisenberg se deducen de los postulados de la mecánica cuántica, los que no hacen referencia alguna a mediciones.

Causalidad y probabilidad, determinismo e indeterminismo

En la física clásica, el azar emerge en grandes agregados de cosas o de eventos que se comportan causalmente, pero independientemente las unas de las otras. Ejemplos: las moléculas en un gas y los accidentes automovilísticos en una ciudad. En cambio, en física cuántica el azar aparece no sólo como cruce de historias independientes, sino también en el nivel individual. Por ejemplo, cada átomo en un estado excitado tiene cierta probabilidad de decaer en un estado de energía inferior, emitiendo un fotón de energía igual a la diferencia entre las energías de los niveles correspondientes.

En otras palabras, en física cuántica la función ψ de estado, que determina la probabilidad, no es derivada sino básica. Esto vale incluso para las teorías que, como las de Bohm y de la Peña, contienen variables dinámicas carentes de dispersión. Este hecho se concibe habitualmente como un triunfo del indeterminismo sobre el determinismo. Pero esta interpretación es incorrecta, ya que el indeterminismo propiamente dicho niega la existencia de leyes, mientras que la física cuántica se centra en leyes. Lo que ocurre es que casi todas estas leyes son probabilistas.

En efecto, algunas leyes cuánticas no son probabilistas. Ejemplos: los principios de conservación de la energía y del momento angular; las llamadas reglas que “prohíben” ciertas transiciones entre niveles atómicos; y el principio de exclusión, que niega la posibilidad de que dos electrones de un sistema ocupen exactamente el mismo estado. Por añadidura, los conceptos de azar y de causalidad aparecen el uno

al lado del otro en expresiones tales como la “probabilidad de que la causa C produzca el efecto E es igual a p”, que abundan en la teoría cuántica de los choques y de la radiación.

Por estos motivos es más correcto hablar de una ampliación del determinismo que de su bancarrota, como lo afirmé en mi libro sobre causalidad, de 1959.

Plenismo y atomismo: ¿cuál de ellos triunfó?

Otro mito es la creencia del triunfo del atomismo sobre el plenismo de Aristóteles y Descartes. No hay tal cosa. En primer lugar, el campo electromagnético es un medio continuo: es una sustancia extensa, y no un conglomerado de corpúsculos. En segundo lugar, los átomos y los cuerpos sólidos existen gracias a los campos que mantienen unidos a sus constituyentes. Solamente la energía de la radiación electromagnética ha sido cuantificada, pero la energía no es una cosa sino una propiedad. En tercer lugar, la teoría cuántica básica es la llamada segunda cuantificación, en la que los electrones y demás partículas se entienden como cuantos del campo respectivo (p. e. electrónico).

O sea, ciertamente hay corpúsculos, pero tienen un aspecto ondulatorio. Además, son cuantos de campos. La imagen resultante se parece un poco a la cartesiana, que también era una síntesis del plenismo aristotélico con el atomismo democríteo. Pero, naturalmente, la física actual, a diferencia de la cartesiana, no es puramente especulativa.

El gato de Schrödinger: ¿sigue medio vivo y medio muerto?

En 1935 Erwin Schrödinger, uno de los fundadores de la física cuántica, diseñó un experimento mental que, en su opinión, ponía en duda la solidez de la teoría. Se trata del famoso gato de Schrödinger, que sigue suscitando acaloradas discusiones. Consiste en lo siguiente.

Supongamos que un gato vivo es encerrado en una jaula de acero junto a una pequeña muestra de material radioactivo y un frasco que contiene un potente veneno. Basta que un átomo radioactivo se desintegre para que el frasco de veneno estalle y mate al gato casi instantáneamente. O sea, la vida del infortunado gato pende del azar. Según la escuela de Copenhague, nada ocurrirá mientras el gato siga encerrado, ya que en este caso no será observado. Durante este período, el gato estará medio vivo y medio muerto. Por lo tanto, su función de estado ψ será una superposición (combinación lineal) de los estados vivo y muerto: $\psi = a\psi_v + b\psi_m$. Sólo cuando el observador abra la jaula, esta suma se reducirá a uno de los términos: el que representa el estado vivo, o el otro. No es que sólo entonces descubrirá qué fue del pobre gato, sino que sólo entonces el gato volverá a vivir plenamente o quedará definitivamente muerto. Esta fábula suele darse como ejemplo, tanto del principio de superposición como del colapso o reducción de la función de onda.

Schrödinger, gran físico y ailurófilo, olió aquí un gato encerrado. Creyó que la teoría estaba errada. En mi opinión, la que está errada es la interpretación positivista (o subjetivista) de la teoría. Un realista formularía las objeciones siguientes. Primero, nadie sabe cómo describir un gato en términos cuánticos, o siquiera un sistema tanto más simple como lo es cualquiera de las proteínas que constituyen los bigotes del gato. Por lo tanto, escribir una combinación de las funciones del estado vivo con el estado muerto vale tanto como decir “bla-bla es igual a ble- ble más bli-bli”. La mecánica cuántica no se aplica a seres vivos, no porque éstos sean macrofísicos, sino porque poseen propiedades que esta teoría no describe. En particular, la teoría no explica por qué a los gatos les gusta ronronear y cazar ratones.

Segundo, hay una manera de determinar qué pasa dentro de la jaula sin abrir su puerta, y es instalar una cámara cinematográfica que filme el proceso. Tercero, sólo a un adepto de Berkeley se le ocurriría que el destino del gato depende de dicha cámara o de que se abra o no la puerta de la jaula. El gato morirá o vivirá según que ocurra o no

la desintegración de uno de los átomos con los que fue encerrado. Y éste es un acontecimiento que ocurre en su núcleo atómico, el que está bien protegido por la coraza electrónica que rodea al núcleo, por lo que el evento ocurre independientemente de la voluntad del observador.

En resumen, la paradoja del pobre gato sólo muestra que la interpretación de Copenhague es absurda. Ella no se presenta en la interpretación realista.

¿Zenón redivivo?

Zenón creyó demostrar la imposibilidad del movimiento haciendo notar que, para recorrer una distancia dada, hay que recorrer primero la mitad, luego la mitad de la siguiente mitad, y así sucesiva e indefinidamente. Pensó que la suma de infinitas distancias debía ser infinita, y por lo tanto físicamente imposible. No se sabía entonces que hay series infinitas que convergen a valores finitos.

La interpretación de Copenhague se presta a una paradoja similar. Ésta tiene un antecedente en el viejo dicho inglés “The watched kettle never boils”, o sea, “La marmita vigilada nunca hierve”. Cualquiera sabe que esto se refiere a la impaciencia. Pero un fanático de la interpretación de Copenhague tomará este dicho en serio. Dirá que, mientras la marmita no sea observada, está en un estado que es la combinación lineal de los estados “hierve” y “no hierve”, análoga al estado del gato enjaulado. Y agregará que esta suma se reducirá a uno de los dos términos cuando la cocinera mire la marmita. También dirá que ocurre otro tanto con la desintegración radioactiva y con el decaimiento de un átomo a partir de un estado excitado con la consiguiente emisión de un fotón.

Curiosamente, argumentos similares se han esgrimido en favor del llamado efecto anti-Zenón, o sea, que la marmita hierve más rápidamente si se la observa. Pero hasta ahora no se ha confirmado concluyentemente ninguno de los dos presuntos efectos: sus resultados pueden interpretarse de maneras diferentes.

Un realista formulará acaso las objeciones siguientes. Primero, la creencia en la eficacia causal de la mirada evoca la teoría griega antigua de la visión como emisión de la luz por el ojo, refutada hace un milenio por Alhazén. Segundo, tanto el hervor de la marmita como la desintegración radiactiva, como el decaimiento radiactivo, no son eventos instantáneos, sino que resultan de procesos complicados que llevan tiempo. Tercero, las “observaciones” que se han alegado en favor de los efectos Zenón y anti-Zenón no son tales: son experimentos que perturban el estado de un átomo: éste es un parásito agregado por la filosofía positivista, según la cual todo lo que sucede en el mundo es obra de algún observador.

En definitiva, la teoría cuántica no ha resucitado a Zenón. El mundo sigue andando pese a los filósofos.

Resurrección de las variables ocultas: Bohm y Bell

En 1951, David Bohm, instado por Einstein, amplió los conceptos de la mecánica cuántica con dos variables “ocultas”, o sea, carentes de dispersión: la coordenada clásica de la posición y el momento lineal correspondiente. Bohm creyó que se trataba meramente de una reinterpretación, cuando de hecho era una nueva teoría, que contenía fórmulas adicionales. Entre éstas descollaban las fórmulas de la trayectoria de un cuantón y de la fuerza que sobre él ejercería una fuerza exótica que, por no ser medible, excitó la curiosidad de parapsicólogos y místicos orientales.

Bohm también creyó que su teoría era causal, cuando de hecho era, al igual que la teoría estándar, medio causal y medio probabilista. En efecto, retenía como básica la función ψ de estado, en lugar de deducirla de variables “ocultas”. En cambio, la teoría de Bohm era realista: en ella no intervenía el observador.

La teoría de Bohm causó sensación: consternación entre los dogmáticos de Copenhague, y entusiasmo en el campo realista, el que comprendía a Einstein y de Broglie, entre otros.

También yo la adopté y expuse en mis cursos, después de que Bohm respondió a mi satisfacción las treinta objeciones que le expuse. Mis alumnos la acogieron con igual entusiasmo, porque parecía explicar en forma causal algunos de los procesos que la teoría estándar trataba como cajas negras. En particular, la teoría parecía explicar la difracción de electrones en términos de la mencionada fuerza cuántica, que cambiaba rápidamente de lugar en lugar, causando rápidas oscilaciones del cuantón.

Los conservadores, en particular Pauli, objetaron que la nueva teoría no explicaba el proceso de medición, que ellos pretendían haber explicado mediante el postulado de proyección, de von Neumann. Pero ni ellos ni Bohm advirtieron la imposibilidad de una teoría general de la medición. En efecto, puesto que no hay medidores universales, tampoco puede haber una teoría universal de la medición.

Ciertamente, cada vez que se hace una medición exacta la función de onda del objeto medido se reduce o proyecta, tal como lo postuló von Neumann. Pero el mecanismo de esta reducción no puede ser el mismo para todas las clases de medición: los distintos tipos de medición debieran ser descriptos por distintos modelos teóricos, cada uno de los cuales debiera invocar un proceso distinto de la reducción causada por la interacción entre el aparato y el objeto observado. Por ejemplo, no es lo mismo medir una longitud de onda luminosa con un comparador, que medir la intensidad de una fuente radioactiva con un contador de Geiger.

A Bohm se le agregaron muchos otros físicos deseosos de restaurar tanto el realismo como la causalidad. Entre ellos destacaron Luis de la Peña y John S. Bell. El debate se amortiguó hasta casi desaparecer, debido a que no había datos experimentales decisivos en favor ni en contra de las teorías de variables ocultas.

Muerte de las variables ocultas: Aspect et alii

En 1966 John S. Bell probó las desigualdades que llevan su nombre. Ellas son justamente célebres por dos razones.

Primera, porque, a diferencia de las demás fórmulas de la física, esas desigualdades se refieren a toda una familia de teorías en lugar de confinarse a una sola. Segunda, porque permiten ejecutar un experimento crucial para decidir entre la teoría cuántica estándar y esa familia de teorías semiclásicas.

Alain Aspect realizó en 1981 el primero de una sucesión de tales experimentos. Todos ellos dieron el mismo resultado negativo: refutaron las desigualdades de Bell y, con ellas, toda la familia de las teorías que contienen variables “ocultas”.

Sin embargo, el debate no terminó aquí. En efecto, Aspect, posiblemente influido por Bernard d’Espagnat, interpretó el resultado de su experimento como una refutación del realismo. Incluso la revista *Science* lo presentó así. En efecto, el presunto realismo no es otro que el clasicismo que había defendido Einstein. Un aspecto del clasicismo es la exigencia de predictibilidad de cada acontecimiento, que Einstein (1935) confundió con el realismo. Otro aspecto del clasicismo es la localidad, tal como la definió Einstein en 1949.

Obviamente, al falsear experimentalmente la desigualdad de Bell, Aspect y otros confirmaron la mecánica cuántica, que predice la desigualdad inversa. En particular, confirmaron la hipótesis cuántica de la realidad del azar, expresada, por ejemplo, por el postulado de Born acerca del significado de la función de estado, así como por cualquier fórmula sobre la probabilidad de la transición entre dos niveles atómicos. Pero la hipótesis del azar objetivo no tiene nada que ver con el realismo. Ya Epicuro, tan realista como materialista, había postulado que los átomos se desvían espontáneamente de la línea recta.

La física clásica es local en el sentido de que lo que ocurre en un lugar se puede confinar a ese lugar. (Excepción: la gravitación). Una consecuencia de la localidad es la separabilidad: dos cosas que están inicialmente juntas se pueden separar hasta que se comporten independientemente la una

de la otra, porque las interacciones entre ellas se debilitan rápidamente al aumentar su distancia mutua.

En cambio, la física cuántica no es local y, por lo tanto, los componentes de un sistema no son separables: *once a system, always a system*. Por ejemplo, si un sistema se divide en dos partes que se alejan mutuamente a gran distancia, lo que se le hace a una de ellas repercute en la otra, como si ambas siguieran unidas. Este es un hecho bruto y contraintuitivo, que no se explica adecuadamente en términos de acciones a distancia, del mismo modo que la “contracción” relativista de Lorentz no se explica en términos de fuerzas. La no-localidad, o sistemicidad, es una consecuencia del principio de superposición: si el estado inicial es una fusión de dos estados, la ecuación de Schrödinger garantiza que dicha fusión va a conservarse. El sistema se dismantelará solamente cuando al menos uno de sus constituyentes sea capturado por otro sistema.

Apariencia y realidad

Los realistas sostenemos que el mundo exterior existe independientemente del sujeto (tesis ontológica). También sostenemos que la realidad puede y debe describirse y explicarse objetivamente (tesis gnoseológica). Los fenomenistas, en cambio, sostienen que sólo hay fenómenos, o sea, apariencias para algún sujeto o, al menos, que sólo ellas son cognoscibles y que, por consiguiente, la función de la ciencia es describir las apariencias en lugar de explorar la realidad tal como es, independientemente del sujeto. Por ejemplo, puesto que vemos girar el Sol, y no la Tierra, la astronomía debería ser geocéntrica y no heliocéntrica. Y, puesto que en un acelerador de partículas sólo se mide lo que entra en el blanco y lo que sale de él, hay que abstenerse de especular sobre las fuerzas en juego durante el proceso de colisión.

Los máximos héroes realistas son Demócrito, Aristóteles, Galileo y Einstein. Los héroes fenomenistas son el astrónomo Tolomeo, los filósofos Hume y Kant, los físicos

Duhem y Bohr. ¿A cuál de los dos partidos le da la razón la teoría cuántica? Si se consultan los escritos filosóficos de Niels Bohr, el joven Werner Heisenberg, Eugene Wigner, Bernard d'Espagnat y otros físicos, resulta que ganan los fenomenistas. Pero si se examinan las fórmulas que manejan estos mismos físicos, resulta que pierden. Dado que los filósofos no suelen examinar las fórmulas sino comentarios filosóficos sobre ellas, suelen engañarse.

En efecto, en esas fórmulas figuran conceptos que denotan cosas y propiedades imperceptibles, tales como los del electrón, neutrino, número atómico, densidad de masa, carga eléctrica, nivel de energía, estado fundamental, valencia y sección eficaz de colisión. En cambio, la teoría cuántica no se ocupa de apariencias o fenómenos, tales como colores, olores, o ilusiones ópticas. Las apariencias se dan en el cerebro, no en el mundo físico. Por este motivo, son estudiadas por la psicología y la neurociencia, no por la física. Por ejemplo, los físicos saben de frecuencias luminosas, no de colores; y los químicos saben de moléculas, no de los olores que percibimos cuando las inhalamos.

En conclusión, la física no es fenomenista sino realista. Pero no es necesariamente causal ni local.

Realismo cuántico

Como vimos anteriormente, la interpretación estándar, o de Copenhague, es antropomórfica, mientras que la filosofía y la práctica científica son realistas. El realismo sostiene que las cosas físicas y, en general, el mundo exterior al observador, existen de por sí. Por ejemplo, en lugar de hablar de la probabilidad de *encontrar* al cuantón dentro de Δv , el realista dirá que la probabilidad en cuestión es la de que el cuantón *esté presente* en Δv , sea que se lo mida o no. Y en lugar de decir que las varianzas Δx y Δp que figuran en la desigualdad de Heisenberg son efectos de mediciones, dirá que son dispersiones objetivas en torno a los valores medios respectivos. Todo lo cual presupone la interpreta-

ción realista de la probabilidad como medida del azar, y no de nuestra incertidumbre o ignorancia.

La base de esta interpretación realista es la comprobación de que (a) la mecánica cuántica no es una mecánica propiamente dicha, ya que no incluye el concepto de posición puntual ni, por lo tanto, el de órbita; (b) los axiomas generales de la mecánica cuántica no contienen variables referentes a experimentos ni, menos aún, a experimentadores; y (c) las dispersiones (varianzas) en cuestión subsisten incluso en el caso del cuantón libre y, en particular, de un cuantón no sometido a acción experimental alguna.

Estas comprobaciones llevan a intentar formular la teoría cuántica sin invocar dispositivos experimentales ni, menos aún, experimentadores capaces de influir resultados experimentales con sólo pensarlos. Creo haber probado, en mi libro *Foundations of Physics* de 1967, que tal formulación realista es posible sin caer en nostalgias clásicas. En años recientes, el profesor Héctor Vucetich y sus colaboradores han actualizado y refinado dicha formulación. Sin embargo, ésta es una tarea inconclusa: hay que extender esas formulaciones a la mecánica cuántica relativista, la electrodinámica cuántica y sus parientes. Hay que terminar de limpiar el ala de maternidad donde nació la cuántica, aprontándola para futuras pariciones de teorías aún más ricas y exactas que las actuales. Semejante aseo debe ser tanto filosófico como matemático.

Conclusión: Interacción entre ciencia y filosofía

En resumen, la física cuántica tiene veinticinco siglos, no uno. Más aún, y esto es lo más importante, esa teoría no se distingue por la cuantificación, que es característica de cosas tan ordinarias como una viga elástica y una nube cargada eléctricamente. Acaso lo más característico de la física cuántica sea que describe adecuadamente cosas extrañas a la experiencia cotidiana: cosas carentes de posición, forma, velocidad y energía precisas. Al menos ésta es la conclusión

a que he llegado después de haber estudiado dicha teoría durante casi cuatro décadas.

La física cuántica moderna nació casi al mismo tiempo que la filosofía neopositivista. Esta filosofía era más avanzada que las filosofías académicas coetáneas: el intuicionismo, el neokantismo, el neohegelianismo, el neotomismo, la fenomenología y el materialismo dialéctico. Era más avanzada por proclamarse científica (aunque de hecho no lo fuera), por continuar la tradición antiespeculativa del empirismo y por exigir precisión conceptual y, en particular, adoptar la lógica matemática, rechazada por las escuelas rivales. No es de extrañar, entonces, que fuera adoptada por casi todos los físicos de la época, en particular por los teóricos cuánticos.

En su momento no se advirtió el principal rasgo retrógrado del neopositivismo, a saber, su retención del subjetivismo y del fenomenismo característicos de Berkeley, Hume y Mach. Este rasgo fue decisivo en la formulación de la interpretación de Copenhague, particularmente su tesis de que todo acontecimiento microfísico es producto de un acto de observación, de modo que toda probabilidad es la probabilidad de encontrar algo cuando se hace una medición.

Esta filosofía fue criticada por Einstein, de Broglie y Planck. Los tres favorecieron el realismo, el causalismo y el clasicismo. Desgraciadamente, confundieron estos tres rasgos. Por consiguiente, la refutación de las desigualdades de Bell fue interpretada erróneamente como una refutación de esas tres tesis, cuando de hecho el realismo no fue afectado. En efecto, el examen de cualquier experimento físico muestra que el experimentador da por supuesta la realidad independiente de lo que se propone observar, medir o alterar, tanto como la realidad de sus dispositivos. Si no fuera así, no podría confrontar las predicciones teóricas con la realidad. En particular, no podría pretender que ha hecho algún descubrimiento: tendría que decir, en cambio, que lo ha inventado o construido todo, y esto haría sospechar a sus colaboradores y colegas que está loco.

En definitiva, la física cuántica ha cumplido 25 siglos, y sigue creciendo y continúa planteando problemas filosóficos. Y, lejos de haber derribado el realismo y el determinismo, los ha enriquecido. Lo ha hecho mostrando que el mundo es más rico y extraño de lo que aparenta ser; que la realidad no puede describirse adecuadamente en lenguaje ordinario, del mismo modo que una melodía no puede traducirse a palabras; que la causalidad se entrelaza con el azar; y que el descubrimiento de nuevos hechos va de la mano con la invención de nuevas ideas y nuevas técnicas experimentales.

Moraleja 1: El científico que no mantiene al día su filosofía contamina su ciencia con filosofía cadavérica. Moraleja 2: El filósofo de la ciencia que no está al día con ella se condena a patinar en el barrial del pasado.

RACIONALISMO Y EMPIRISMO, ESCEPTICISMO Y CIENTIFICISMO: ¿ALTERNATIVAS O COMPLEMENTOS?*

Cuando optamos por la alternativa racional no solemos preguntarnos en qué consiste la racionalidad ni a qué se le opone. Este es un error, porque el término 'racional' es multívoco. En efecto, en el lenguaje ordinario 'racional' se opone a 'irreflexivo', infundado, admitido sin examen previo, o incluso opuesto a la experiencia o a la razón. En la tradición laica, lo racional son el agnosticismo y el ateísmo, por oponerse a la fe religiosa, que es ciega o dogmática. En la economía neoclásica y en algunas teorías politológicas, 'racional' es sinónimo de 'egoísta' o 'maximizador de beneficios'. En la tradición filosófica, la razón se opone, ya a la empiria, ya a la intuición. Finalmente, en epistemología se entiende que es racional todo cuanto se base, ya en la experiencia razonada, ya en la argumentación rigurosa (lógicamente válida), y al mismo tiempo incluya una dosis de escepticismo, esto es, la admisión de la posibilidad de error.

Si adoptamos una actitud racional, ¿somos racionalistas? Sí, según el lenguaje ordinario; no, en otros contextos, en los que se puede ser racional o razonable sin ser racionalista en sentido filosófico. En efecto, es posible ser a la vez

* Texto inédito, elaborado por Mario Bunge para Foundations and Philosophy of Science Unit, McGill University, Montreal [1988].

racionalista y empirista, así como se puede ser a un tiempo escéptico y científicista. Por ejemplo, Voltaire y Hume eran escépticos, pero mientras el primero era racionalista, el segundo era empirista; y ambos eran racionalistas en el sentido vulgar del término, porque no creían en fantasmas, personas divinas, adivinos, ni astrólogos. Nuestros contemporáneos Martin Gardner e Isaac Asimov colaboran en el *Skeptical Inquirer*, donde critican las creencias pseudocientíficas, y son al mismo tiempo racionalistas y empiristas.

Lo anterior sugiere que, de cara al fundamentalismo religioso y a la pseudociencia, cualquiera de los cuatro epítetos anteriores—racionalista, empirista, escéptico, y científicista—puede ser adecuado: los cuatro grupos están unidos contra el camelo y el autoengaño. Pero no están unidos en otros aspectos. Por ejemplo, se puede ser racionalista y empirista sin ser escéptico ni científicista, como lo muestra el caso de Martin Gardner, crítico de la pseudociencia y deísta (aunque no teísta). Y se puede ser científicista sin ser racionalista, empirista o escéptico de modo radical, esto es, con exclusión de las de las posiciones. Esto sugiere que, aunque las cuatro posiciones mencionadas se solapan parcialmente, no son idénticas. Esto se comprende mejor cuando se las define y se compara entre sí las definiciones. Propondremos las definiciones siguientes, sugeridas en obras anteriores (Bunge 1985a, 1985b).

Racionalismo

Confianza en el poder de la razón. Racionalismo radical o extremo: la razón basta para conocer la realidad. Racionalismo moderado: la razón es necesaria pero no suficiente para conocer la realidad; para esto último debe unirse con la experiencia (racioempirismo).

Empirismo

Confianza en el poder de la experiencia. Empirismo radical: la experiencia es suficiente para conocer la reali-

dad. Empirismo moderado: la experiencia (en particular la experimentación científica y el ensayo técnico) es necesaria aunque no suficiente para conocer la realidad; para esto último debe unirse con la experiencia (empiriorracionalismo, idéntico al racioempirismo).

Escepticismo

Desconfianza en el poder de la razón y de la experiencia. Escepticismo radical o de principio: el conocimiento verdadero es imposible. Escepticismo moderado o metodológico: el conocimiento definitivo es ilusorio, salvo en casos triviales, pero la investigación (científica, técnica o humanística) es capaz de aprender mañana lo que ignoramos hoy (escepticismo meliorista).

Cientificismo

Confianza vidente (no ciega o dogmática) en el poder de la síntesis de razón, experiencia y escepticismo que se da en la investigación científica y en la técnica. Cientificismo radical: la investigación científica es la mejor vía de acceso (aunque no es la única ni es perfecta) a la realidad, sea natural o social. Cientificismo moderado: la investigación científica, aunque es el mejor modo de conocer la naturaleza, no ayuda a conocer la sociedad.

Las cuatro posiciones o doctrinas son racionales en el sentido amplio del término, que es también el popular: las cuatro rechazan el oscurantismo y el charlatanismo. Es racional el racionalista que busca o exige argumentos válidos, tanto como el empirista que busca o pide datos firmes. Es racional el escéptico que pone en duda datos y critica hipótesis, tanto como el cientificista que busca verdades mejores (aunque rara vez definitivas).

Sin embargo, tanto el racionalismo como el empirismo y el escepticismo, al subrayar sendos aspectos de la bús-

queda de la verdad a expensas de los demás, dan imágenes parciales y por lo tanto sólo parcialmente verdaderas de la realidad. El cientificismo une las tres vertientes en una doctrina única aunque trilateral: a la vez racionalista, empirista y escéptica. Pero el racionalista moderado, que cree en las ciencias naturales y no en las sociales, se queda a mitad de camino; más aun, desconoce la existencia de ciencias híbridas, tales como la antropología, la demografía y la bioeconomía, que refutan la dicotomía idealista entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias del espíritu (o morales).

Sólo el cientificista radical es consecuente al ignorar tal barrera imaginaria y al tener confianza paulatinamente en el poder de la investigación científica para desvelar paulatinamente los presuntos misterios del alma humana y de la sociedad. Además, apuesta a los valores en alza –en alza por doquier salvo en los baluartes del oscurantismo filosófico e ideológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bunge, Mario (1985a) *Seudociencia e ideología*. Madrid: Alianza Universidad.

-----, (1985b) *Intuición y razón*. Madrid: Tecnos.

GUNNAR MYRDAL (1898-1987), TEÓRICO Y CONSTRUCTOR DEL ESTADO BENEFACTOR*

Gunnar Myrdal fue uno de los economistas y sociólogos más originales e influyentes de nuestro siglo. Hijo de un empleado ferroviario, llegó a ser ministro de comercio en su Suecia natal, y su obra científica le valió el premio Nobel de economía en 1974, que compartió a regañadientes con el economista conservador Friedrich von Hayek. Su esposa Alva, socióloga, ganó el premio Nobel de la paz por su lucha contra la carrera armamentista.

Myrdal comenzó su carrera como economista neoclásico, deslumbrado por el aparato matemático de esta escuela, a un tiempo alejada de la realidad y defensora del privilegio económico. También hizo econometría, rama más modesta y neutral de la economía, así como más apegada a la realidad. Pero la econometría no le satisfizo porque se limita a establecer correlaciones y líneas de tendencia a corto plazo, las que nada explican. Eventualmente Myrdal adoptó la doctrina macroeconómica de Lord John Maynard Keynes. Según éste, y sus precursores suecos, el Estado tiene el deber de controlar la economía para impedir las crisis económicas.

* Texto inédito, elaborado por Mario Bunge para Foundations and Philosophy of Science Unit, McGill University, Montreal [1988].

Pero Myrdal fue mucho más lejos que Keynes. Adelantándose a otros dos eminentes economistas que también comenzaron como keynesianos, el canadiense-norteamericano John Kenneth Galbraith, y el argentino Raúl Prebisch, Myrdal sostuvo que el keynesianismo, pese a tener conciencia social (a diferencia de la economía neoclásica), se despreocupaba de la distribución de la riqueza. Myrdal sostenía que la principal función del Estado democrático debía ser disminuir la injusticia social, redistribuyendo la riqueza mediante la prestación de servicios sociales costeados por un régimen impositivo que crece exponencialmente con los ingresos del individuo o de la empresa.

Myrdal tuvo la suerte de que la maduración de sus ideas coincidiera con el ascenso al poder del Partido Socialdemócrata sueco. Este acontecimiento les dio a él y a su esposa la oportunidad de poner en práctica sus ideas, ayudando a construir el Estado benefactor sueco, que sigue siendo el más avanzado y exitoso del mundo, y que por cierto no ha impedido la prosperidad de la economía privada sueca. A semejanza de su correligionario Olaf Palme, el primer ministro asesinado el año pasado en circunstancias misteriosas, Myrdal permaneció fiel a su ideario socialdemócrata. En particular, no cesó de hacer propuestas constructivas, defendió la neutralidad de su país, criticó acerbamente la guerra norteamericana en el Sudeste de Asia, y estudió la tragedia del Tercer Mundo, en particular de la India.

Alguna vez se escribirá la biografía de este hombre notable por sus iniciativas y por no tener pelos en la lengua. Por ahora detengámonos en cuatro de sus contribuciones más notables.

Hasta comienzos de la Segunda Guerra Mundial Myrdal había sido tenido por economista. En 1944 apareció su inmenso trabajo *Un dilema americano: el problema negro y la democracia moderna*, que le convirtió de golpe en el sociólogo norteamericano (honorario) de mayor estatura. Esta no fue obra de un francotirador ni de un enemigo de los EE UU. Fue resultado de un trabajo de equipo financiado por la Fundación Guggenheim e inspirado por el gran amor

de Myrdal por la tradición liberal norteamericana que culminara con Lincoln. Ese trabajo constituyó la denuncia más elocuente de la enorme desigualdad social entre blancos y negros causada, pese a la Guerra Civil, por la segregación racial.

Myrdal sostenía que para eliminar esa segregación no hacía falta nuevas leyes: bastaba hacer cumplir la Constitución. Esto lo comprendió la Corte Suprema de los EE UU, que entre el fin de la guerra y 1960 fue la principal fuente de reformas sociales en ese país. Después de la muerte del Presidente Kennedy, conservador a este respecto y temeroso de perder los votos de los demócratas sudistas, los propios negros, con Martin Luther King (h) a la cabeza, iniciaron un poderoso movimiento por los derechos humanos en el Sud de los EE UU, y lograron arrancar reformas ulteriores. Pero el apartheid no ha terminado, sino que se ha extendido a otros grupos étnicos, en particular los portorriqueños y los mexicanos. El propio Myrdal reconoció, años más tarde, que había sido excesivamente optimista al creer que bastaba hacer cumplir la ley y hace una década añadió que la sociedad norteamericana marcha al desastre por no haber corregido a fondo la desigualdad social y por proseguir su carrera armamentista.

Un segundo rasgo notable de la obra de Myrdal es el haber insistido en que la economía no es un sistema cerrado sino abierto, y en particular abierto a la política. Subrayó la íntima conexión de la economía con el Estado, y denunció el servilismo de los economistas neoclásicos para con el *status quo*. En esto tuvo precursores, en particular Marx, y sucesores, especialmente James Buchanan, fundador de la escuela del *public choice* (elección pública) y premio Nobel de economía en 1986. Pero tanto para Marx como para Buchanan el Estado es o debe ser el consejo de administración del capitalismo: se limita a proveer el marco institucional adecuado para el buen funcionamiento del llamado mercado libre o competitivo. En cambio, para Myrdal, reformador social, la función primordial del Estado es aliviar las desigualdades. Por este motivo, mientras Marx proponía

encoger el Estado y ponerlo al servicio de la clase trabajadora (fines que el llamado “socialismo real” no cumplió), Buchanan propone achicar el Estado abandonando todas las prestaciones de servicios sociales. Myrdal no concordaba con uno ni con otro, pero dejó pendiente el problema real, no previsto por Marx y señalado por Buchanan, de la prepotencia creciente del Estado, cuyos servidores tienden a servirse en primer lugar a sí mismos.

Un tercer rasgo típico de Myrdal es que rechazó con vehemencia la tesis de Max Weber, de la neutralidad que debiera observar el estudioso de la sociedad. Según Myrdal, éste no puede dejar de tomar partido al ocuparse, por ejemplo, de la distribución desigual de la riqueza, de la discriminación racial, o de la carrera armamentista. Hay situaciones objetivamente buenas o malas, y metas objetivamente buenas o malas. El científico social no cumple su tarea si esconde sus valores: debe declararlos de entrada, como insiste en su librito *La objetividad en la investigación social* (1969). Por mi parte, me permito pronunciar un juicio salomónico: Weber tiene razón en lo que respecta a la ciencia social básica, que es estrictamente descriptiva y explicativa; pero Myrdal tiene razón en lo que respecta a la ciencia social aplicada y la sociotécnica, ya que la primera detecta problemas sociales y la segunda propone medidas (leyes y programas sociales) para resolverlos. En resumen, la ciencia social básica no reconoce otro valor que la verdad, en tanto que la aplicada y la sociotécnica detectan males y diseñan maneras de eliminarlos. De esta manera el científico social aplicado y el sociotécnico adoptan compromisos morales (o inmorales, según el caso).

El cuarto y último rasgo de la obra de Myrdal que deseo recordar es que, al igual que su contemporánea, la discípula directa y dilecta de Lord Keynes, Lady Joan Robinson, Myrdal sostenía que, en realidad, no hay problemas económicos. Lo que hay son complejísimos problemas sociales con una componente económica, otra política, y una tercera moral. (Yo agregaría una componente cultural.) Este último aspecto, el moral, fue quizá el motivo principal de sus estudios de

la realidad social. En este caso la indignación moral causada por la inequidad, lejos de empujar a la acción irracional, empujó al estudio científico y a la propuesta responsable. El estudioso indio, Amartya Sen, profesor de economía, politología y ética en la Universidad de Oxford, es digno sucesor de Myrdal en este aspecto. ¡Qué diferencia con los contables metidos a economistas, y los políticos de comité metidos a estadistas!

Ojalá la obra de Myrdal sea tomada como ejemplo por los estudiantes de ciencias sociales, habitualmente satisfechos con los textos canónicos, unas veces conservadores y otras románticos, y en ambos casos alejados de la realidad y de la razón. Myrdal, fundador de la sociología económica contemporánea, fue modelo de científico social a la vez racionalista, práctico, y moral comprometido tanto con la verdad como con la igualdad y la libertad.

LOS MÚLTIPLES DETERMINANTES DE LA CONDUCTA Y DE LA MORAL*

La sociobiología humana ha puesto de moda la tesis de que la conducta humana y la moral están determinadas biológicamente y, más precisamente, por nuestra constitución genética. Obramos y evaluamos como lo hacemos porque así está 'escrito' en nuestro código genético, al que no podemos escapar. Esta tesis se conoce con el nombre de *determinismo biológico*. No es nueva: tiene raíces en la antigua creencia de que hay grupos humanos, en particular razas, biológicamente superiores a los demás y destinados a dominar la humanidad.

El determinismo biológico es atractivo a primera vista porque saca a los valores y las normas de los dominios de la teología y la filosofía y los coloca en medio de la vida. Por consiguiente, para saber qué es valioso y cómo debemos comportarnos ya no es menester consultar tablas de mandamientos confeccionadas por jefes religiosos ni tratados redactados por filósofos alejados de los problemas prácticos, que son la fuente de todo conflicto moral. Según el determinismo biológico la autoridad máxima en cuestiones de valores y normas es la biología. Se acaban así los mitos de la moral revelada y de la moral autónoma o independiente

* Texto inédito, elaborado por Mario Bunge para Foundations and Philosophy of Science Unit, McGill University, Montreal.

de la situación real del hombre. La ética baja de las nubes y se convierte en objeto de investigación científica.

El determinismo biológico contemporáneo es genético: sostiene que nuestro destino está en nuestros genes, no en nuestras manos ni en las de la divinidad. Se nace inteligente o poderoso, tonto o sumiso: la educación sólo puede reforzar o debilitar los procesos controlados por los genes, en particular los procesos mentales. Otra tesis del determinismo genético es que los genes son egoístas, en el sentido de que controlan al organismo de modo que éste tienda a alcanzar la finalidad última de los primeros, que es perpetuarse. El cuerpo no sería sino un envoltorio para proteger a los genes, y la sociedad no debiera ser sino una cámara para proteger semejante tesoro génico.

Este credo sencillo tiene un grano de verdad, a saber, que nuestra conducta no puede violar leyes biológicas, y que nuestra moral no debe ignorarlas. Por lo demás es falso y nocivo. En primer lugar, no es verdad que los genes sean egoístas o siquiera puedan proponerse meta alguna: sólo cerebros altamente desarrollados pueden proponerse metas. La teoría de la evolución por selección natural enseña que ésta no obra directamente sobre los genes sino sobre el organismo íntegro, con sus pautas innatas y adquiridas (en particular aprendidas). El ambiente natural y social selecciona no sólo lo heredado sino también lo adquirido en el proceso embriológico y de desarrollo. No hay genes desnudos que enfrenten al ambiente, ni el egoísmo es una característica molecular.

El hombre no es sólo un animal sino un animal social. Por lo tanto tenemos necesidades biológicas, tales como las de alimentarnos y abrigarnos, y necesidades sociales, tales como las de comunicarnos, ayudarnos y competir. No podemos satisfacer nuestras necesidades biológicas más apremiantes, particularmente durante los primeros años de vida, sino en sociedad. Esta condición social humana impone restricciones a los impulsos biológicos, y estas restricciones se consagran en normas de conducta. Por ejemplo, el individualismo extremo no es socialmente

viable: mi libertad termina donde comienza la tuya porque nos necesitamos mutuamente. En suma, la conducta social, que es la susceptible de afectar al prójimo, está regida tanto por nuestra conformación biológica como por la sociedad en que vivimos.

La estructura social no está escrita en el genoma. Nuestro equipo génico sólo nos da posibilidades y limitaciones: no determina que pertenezcamos a una sociedad primitiva o feudal, capitalista o socialista. Lo prueba el que nuestra composición no cambia cuando vivimos una revolución social. Hay numerosas formas de convivencia humana, todas las cuales son compatibles con el mismo equipo génico. La sociedad tiene raíces biológicas pero es un artefacto: está en nuestras manos construirlo, reformarlo o destruirlo. Por consiguiente las normas de conducta, que son las aceptadas por una sociedad dada, no están escritas en nuestros genes sino, más bien, en la estructura de nuestra sociedad. En conclusión, el determinismo biológico es falso o, mejor dicho, contiene sólo un grano de verdad.

El *determinismo psicológico* se parece al biológico. Su variante más difundida es el utilitarismo o hedonismo. La tesis central de esta doctrina es que todo individuo actúa de manera de maximizar su placer y, en general, sus utilidades (valores subjetivos). A primera vista esta tesis es verdadera: ¿acaso no deseamos lo mejor para nosotros mismos y nuestros allegados? Sin embargo, una cosa son los deseos y otra es la realidad. De hecho rara vez podemos maximizar nuestras utilidades, porque la mayoría de nosotros dispone de medios limitados. El primer mandamiento no es "Gozarás al máximo" sino "Vivirás y dejarás vivir". Esto vale no sólo para los individuos sino también para los sistemas sociales. Por ejemplo, el buen empresario no se propone maximizar sus ganancias a todo coste sino asegurar la supervivencia de su empresa y, en lo posible, su crecimiento. Para esto a menudo deberá sacrificar ganancias. Además, el empresario, por poderoso que sea, está limitado por las leyes positivas, algunas de las cuales se proponen, precisamente, impedir que el individualismo excesivo destruya la sociedad. En re-

sumen, el determinismo psicológico no ha sido confirmado por la psicología y es refutado por las ciencias sociales, las que nos hablan de funciones, derechos y deberes del individuo en sociedad, además de sus naturales propensiones.

Pese a haber criticado a los determinismos biológico y psicológico, debemos reconocer que contienen un grano de verdad. No podemos escapar a nuestras limitaciones biológicas y psicológicas y, por lo tanto, nuestros códigos de conducta no debieran ignorar nuestras necesidades básicas de uno y otro orden. Nuestras valoraciones y pautas de conducta no son arbitrarias sino que están limitadas por las leyes biológicas y psicológicas. Una comunidad compuesta exclusivamente por ascetas o por pantagruelles, por individuos totalmente altruistas o totalmente egoístas, por gentes totalmente dedicadas a la mortificación o al placer, no sería posible. Toda sociedad, por libre o represiva que sea, debe reconocer las necesidades biológicas y psicológicas básicas y permitir que éstas sean satisfechas en alguna medida: de lo contrario no podrá ser cohesiva ni, por tanto, estable. Pero además de limitaciones biológicas y psicológicas hay potencialidades prácticamente ilimitadas, que los deterministas ignoran. Por ejemplo, todos nacemos con la capacidad de aprender alguna lengua; el medio en que crecemos determina cuál de las infinitas lenguas posibles hemos de aprender. Nuestros genes no determinan qué idioma, qué matemática o qué filosofía hayamos de aprender: esto lo determinará al principio la sociedad y luego, en la medida en que dispongamos de medios, nosotros mismos. Los genes dan posibilidades además de limitaciones. Lo mismo que ocurre con el conocimiento sucede con las valoraciones y las normas. No nacemos valorando la filosofía pero podemos aprender a hacerlo. Ni nacemos sabiendo respetar los derechos ajenos pero podemos aprender a hacerlo. Aprenderemos una y otra cosa siempre que tengamos la motivación y la oportunidad de aprender: siempre que la sociedad nos lo permita y nos incite. Somos, en suma, capaces de aprender. Y también de innovar, no sólo en materia de conocimiento sino también de valoración. En particular somos capaces de proponer nuevos valores y nuevas pautas de conducta. Por

ejemplo, podemos aprender que es preciso otorgar derechos a las mujeres y a los niños. Estos derechos no son naturales sino artificiales: se acuerdan o deniegan, se conquistan o se pierden en el curso del aprendizaje y de la lucha en sociedad.

La idea de que la sociedad es la que determina las pautas de valoración y conducta puede llamarse *determinismo social*. Su tesis central es que toda tabla de valores y todo código de conducta emerge, se desarrolla y eventualmente desaparece junto con la sociedad en que se da. En este respecto el código moral no se distinguirá del civil o del comercial: en todos los casos se trataría de normas de convivencia social, ajustadas al tipo de sociedad de que se trata. Así como el determinismo biológico y el psicólogo son absolutistas, el determinismo social es relativista: cada sociedad adopta los valores y las normas que necesita.

El determinismo social, aunado al biológico y al psicológico, puede explicar e incluso justificar por qué adoptamos o rechazamos ciertas normas de conducta. Por ejemplo, la Regla de Oro podría explicarse así: quien no la respeta es objeto de desaprobación o aun agresión por parte de los demás; de modo que, quien desee vivir en paz con su prójimo e integrado en su sociedad, respetará y enseñará la Regla de Oro. Análogamente, es conveniente no engañar, en particular no mentir, para conservar la confianza de los demás, sin la cual ninguna transacción social es posible. Adviértase que estas explicaciones o justificaciones no se deducen sin más de postulados de la ciencia biológica o social: a éstas hay que añadirles juicios de valor, tales como el que la paz social es deseable, y el comercio de cosas e ideas es deseable. Tal vez sea posible justificar a su vez estas finalidades, pero en tal caso habrá que recurrir a metas superiores. En todo caso, estas metas no se encuentran en biología ni en las ciencias sociales, sino que las fijamos nosotros mismos. En resumen, las ciencias naturales y sociales pueden ayudarnos a comprender los valores y las normas pero no los implican.

Otra limitación del determinismo social es su conformismo: al fin y al cabo es un aspecto del funcionalismo estructuralista, reconocidamente conservador. En efecto, no

explica la rebeldía, el que el reformista y el revolucionario se propongan alterar ciertas valoraciones y pautas de conducta, tal vez en nombre de principios morales superiores a los consagrados por la sociedad. Por ejemplo, el auténtico liberal y el socialista rechazan el neoliberalismo económico, y en particular el monetarismo, no sólo por ser contraproducente en la práctica, sino también por fundarse sobre el individualismo radical, que destruye toda sociedad. Cada vez que oponemos una nueva tabla de valores a la vigente, o un nuevo código de conducta al aceptado, escapamos a ciertas restricciones sociales sin por esto escaparnos de la sociedad. Al contrario, el individuo puede triunfar sólo en sociedad.

Hasta aquí hemos criticado tres doctrinas concernientes a los determinantes de la valoración y de la conducta: los determinismos biológico, psicológico y social. Sin embargo, hemos concedido que cada uno de ellos contiene un grano de verdad, si bien trivial, a saber, que todos somos seres vivos, dotados de psiquismos y que vivimos en sociedad, por lo cual nuestras valoraciones y pautas de conducta tienen raíces biopsicosociales. El reconocer la existencia de estas raíces equivale a desconocer el autonomismo de los valores y de la conducta, según el cual éstos son regidos por principios independientes. Por el mismo motivo no podemos aceptar la axiología y la ética dogmáticas, que colocan los valores y las normas al margen de la vida, de la sociedad y de la historia.

Sin embargo, debemos reconocer que tanto la ética autonomista (p. e. kantiana) como la dogmática (p. e. tomista) contienen un grano de verdad. En efecto, ambas reconocen la realidad del libre albedrío, aunque no como capacidad del cerebro humano sino del alma inmaterial. Y, por consiguiente, ambas subrayan la responsabilidad individual. Es verdad que en uno y otro caso tanto la libertad como la responsabilidad son ínfimas: en ambos casos se trata de obedecer reglas inmutables o de desobedecerlas pecaminosamente. En ninguno de los dos casos hay libertad para proponer nuevas normas más conformes a la realidad biológica y social. Por consiguiente en ninguno de los dos casos puede haber auténtico progreso moral.

Hemos llegado a una *impasse*: ninguna de las cinco doctrinas examinadas hasta aquí nos satisface, pese a haber encontrado atisbos de verdad en cada una de ellas. ¿Qué hacer en tal caso? La respuesta es obvia: integrarlas, uniendo los fragmentos de verdad distribuidos entre ellas. Esta sexta doctrina axiológica y moral puede llamarse *sintética*, *integradora*, o *sistémica*, porque sintetiza fragmentos hasta ahora dispersos. También podría llamarse *autobiopsicosociológica*, porque reconoce las raíces biológicas, psicológicas, sociales de los valores y de la moral, al par que permite e incluso sugiere la invención de nuevos valores y normas.

La doctrina sintética de los valores y de las normas todavía no existe: no es sino un proyecto. Apenas nos atrevemos a formular el siguiente Decálogo para construirla:

1. *Hay múltiples tipos de valores humanos*: biológicos, psicológicos y sociales (económicos, políticos y culturales).

2. *Algunos valores son incompatibles entre sí*. (p. e. para alcanzar ciertos valores culturales hay que sacrificar algunos valores económicos o viceversa.) Estos conflictos dan lugar a problemas morales (de conducta social).

3. *Todo objeto accesible a los sentidos, al intelecto o a la acción puede ser objeto de evaluación por un ser racional*.

4. *Todos los objetos de un mismo tipo pueden ser ordenados según su valor en algún respecto* (p. e. biológico).

5. *Los seres racionales disponemos de alguna libertad para evaluar así como para elegir fines y medios*, aun cuando debamos pagar por el ejercicio de tal libertad.

6. *Toda valoración racional es multidimensional*, o sea, a la vez biológica, psicológica y social (económica, política o cultural).

7. *El ser humano puede corregir tanto sus evaluaciones como sus normas de conducta* a la luz de la experiencia propia y ajena así como de principios teóricos, de modo que no hay tablas de valores ni códigos de conducta inalterables.

8. *Cuanto más sepamos tanto más adecuadas serán nuestras evaluaciones y nuestras pautas de conducta.* De aquí que, si queremos que mejoren las evaluaciones y las normas vigentes, debemos propender al progreso de la cultura.

9. *Un buen código de conducta* es realista (reconoce las raíces biológicas, psicológicas y sociales de las evaluaciones y de las normas) y exhorta a: (a) combinar la libertad con la responsabilidad, los derechos con las obligaciones, (b) limitar los impulsos egoístas y competitivos, y estimular el altruismo y la cooperación, (c) respetar la Regla de Oro, y (d) ayudar al prójimo a alcanzar sus metas legítimas, sin por ello eliminar del todo la competencia, que es fuente de progreso.

10. *Una buena sociedad es aquella que* (a) adopta un buen código de conducta, (b) estimula la participación del individuo en la discusión y adopción de valores y normas, así como de elección de medios, (c) permite que el individuo se realice en la medida en que es útil a la sociedad, y ésta prospere en la medida en que propende a la expansión del individuo compatible con la del prójimo, y (d) enseña al individuo a acatar la decisión de la mayoría pero le deja en libertad de criticar dicha decisión y de proponer alternativas.

Este Decálogo no es sino un plan para construir una axiología y una ética que, sin ser reduccionistas, reconozcan las limitaciones y las potencialidades de orden biológico, psicológico y social; y que, sin ser autónomas ni dogmáticas, reconozcan que hay valores y normas que van contra la corriente biológica, psicológica o social.

Como escribiera Thomas Henry Huxley, el gran biólogo evolucionista amigo y campeón de Charles Darwin, “el progreso ético de la sociedad no depende de que imite el proceso cósmico, y aun menos que escape de él, sino de que lo combata” (T. H. Huxley y Julian Huxley, *Evolution and Ethics*, London, The Pilot Press, 1947, p.82).

**RESPUESTA DE MARIO BUNGE:
ANTES DE DECIDIR CÓMO ARMAR
NUESTRAS FUERZAS ARMADAS
DEBIÉRAMOS DECIDIR PARA QUE LAS QUEREMOS***

Concuerdo con el Dr. Requena en que una defensa efectiva requiere una industria bélica nacional, la que a su vez exige una tecnología militar propia basada sobre una vigorosa investigación científica original. Su lógica es impecable. Pero sus premisas tácitas no lo son. En efecto, el Dr. Requena da por sentado que todas las naciones necesitan fuerzas armadas, y pasa por alto el hecho de que las fuerzas armadas, y los monstruosos gastos improductivos que ellas exigen, han constituido el principal obstáculo al desarrollo de casi todas las naciones iberoamericanas. Antes de deliberar acerca de cómo armar nuestras fuerzas armadas debiéramos decidir para qué las queremos, e incluso si las queremos.

Las fuerzas armadas de un país pueden desempeñar las siguientes funciones: (a) *defensa* de la integridad del territorio nacional, (b) *agresión* contra otras naciones, o (c) *represión* de movimientos internos. Por consiguiente, a la hora de diseñar una política de defensa nacional, lo primero que hay que decidir es si las fuerzas armadas son necesarias y, en caso de serlo, si han de ser defensivas, ofensivas o

* Aparecido en *Interciencia*, jan - feb de 1985, Vol 10, N° 1, p. 35.

represivas. Esto es preciso porque de ello depende que se mantengan o creen fuerzas armadas; también dependen de ello el tipo de armamento y la estrategia militar que se ha de adoptar. Si hacen falta fuerzas armadas, y su misión ha de ser defensiva, sólo requerirán armas y estrategia defensivas. En particular, dispondrán de defensa antitanques y antiaérea en lugar de poderosos ejércitos de tierra y de mar, o de proyectiles intercontinentales. Dime contra quién y para qué te propones pelear, y te diré cómo habrás de pelear.

Afortunadamente, los países iberoamericanos no tienen auténticos enemigos en su propia área. Los poquísimos conflictos de fronteras que aún subsisten en nuestra región podrían ser resueltos pacíficamente por negociaciones directas o por medio de la Corte Internacional de La Haya o de las Naciones Unidas. Por consiguiente nuestros países necesitan, a lo sumo, fuerzas armadas defensivas, de volumen modesto, suficiente para desalentar posibles aventuras bélicas baratas. La mejor política de defensa para nuestras naciones es la *preventiva*, consistente en reforzar la integración económica y cultural regional. De ser imprescindible se podría mantener una guardia nacional; de ser posible, se debiera copiar el ejemplo de Costa Rica.

Desgraciadamente, la mayoría de las fuerzas armadas latinoamericanas no han sido diseñadas y equipadas para la defensa sino para la represión o la agresión. Han servido, con poquísimas excepciones, para proteger privilegios, mantener a raya movimientos populares, y agitar el chauvinismo. Rara vez se han levantado, en el curso de nuestro siglo, contra la opresión extranjera o la explotación interna. Pocas veces han apuntalado o restablecido el orden democrático. Al contrario, casi siempre han apoyado o aun encabezado regímenes opresivos y obsecuentes para con las potencias centrales. ¿Qué interés puede tener la comunidad científico-técnica iberoamericana en reforzar esta situación? Cuantos más soldados, tantos menos científicos y técnicos; cuantas más armas, tantas menos arepas y vacunas.

Dado que la guerra es el peor desastre posible, debemos hacer todo lo posible para evitarla al menos en nuestra pro-

pia región. Y la guerra no se evita movilizándolo en su servicio a la comunidad científico-técnica, sino tomando las medidas siguientes: (a) reforzando la cooperación económica y política regional; (b) constituyendo un bloque neutral: la Confederación Iberoamericana soñada por Bolívar, aunque esta vez incluyendo a España y Portugal; (c) resolviendo los conflictos limítrofes por medios racionales, es decir, haciendo concesiones mutuas; (d) limitando el cometido de las fuerzas armadas a la defensa y poniéndolas bajo mandos supremos civiles; (e) limitando la industria bélica a la fabricación de armas defensivas; (f) limitando la venta de armas a las naciones ligadas a la propia por pactos de cooperación y no agresión; (g) adoptando una estrategia estrictamente defensiva y en la que participe toda la población adulta; (h) reduciendo drásticamente los contingentes armados y sus equipos e (i) castigando severamente a los miembros de las fuerzas armadas que tomen las armas contra el poder constitucional o instiguen conflictos bélicos.

Para concluir, creo que la mejor contribución que pueden hacer las comunidades científico-técnicas iberoamericanas a la defensa de sus respectivos países no es ofrecer sus servicios a las fuerzas armadas sino *repensar críticamente y desde el comienzo* el problema de la defensa nacional como un subproblema de problemas mucho más vastos e importantes: los problemas del desarrollo nacional y de la cooperación nacional para el desarrollo y la paz. Nuestras consignas no debieran ser «Servir a las fuerzas armadas», sino «Sirvan las fuerzas armadas»; no «Cada nación para sí», sino «Todas las naciones iberoamericanas a una»; ni «*Si vis pacem, para bellum*», sino «*Si vis pacem, para pacem*». Nuestro ideal debiera ser la paz mundial a través del desarme universal y de la cooperación económica y cultural para el desarrollo integral.

INVESTIGACIÓN Y SIMULACIÓN*

¿Qué tiene que ver la ciencia con la ética? Mucho. Sin rectitud moral no hay investigación sino simulación. Quien falsea datos o cálculos no busca la verdad sino que es un farsante. Quien se aferra a la hipótesis demostrablemente falsa no es un investigador sino un creyente. Y quien no hace trabajos originales, ni está al día en su especialidad, puede transmitir conocimientos pero no puede formar investigadores. Todo esto es archisabido y, sin embargo, suele olvidarse a la hora de definir el concepto de ciencia.

Quien hace investigación original (a diferencia de la mera búsqueda de información) se ajusta a las reglas de la honestidad intelectual: no mentir, no eludir problemas espinosos, no copiar, no falsear resultados, no ocultarlos, etc. Estas reglas se aprenden en el hogar y en la escuela, y se refuerzan en el ejercicio de la investigación.

La comunidad científica es la guardiana del código moral del investigador científico, código que se solapa en parte con el método científico.

Quien viola este código es penado tarde o temprano: se lo denuncia como simulador, como seudocientífico. Acaso

* Aparecido en *Ética & Ciencia*, 1987, Buenos Aires, 1: 1, 4.

conservar su puesto de trabajo, sobre todo si lo ha conseguido por influencias políticas, pero pierde la estima de sus colegas y aun de sus alumnos, si los tiene.

Sin embargo, toda comunidad científica alberga algunos individuos inmorales. De vez en cuando aparece un repetidor que se hace pasar por investigador. Alguna que otra vez aparece un plagiario y, con mucha menor frecuencia, un macaneador. Pero estos fenómenos son atípicos. Al parecer, los simuladores científicos se concentran principalmente en los institutos separados de la docencia y, por lo tanto, al abrigo de estudiantes preguntones. El caso más reciente y escandaloso fue el de un “investigador” de la Harvard Medical School, que publicó más de 200 trabajos, solo o en colaboración, en el curso de dos años. Este es el precio que se paga por mantener a rajacinchita el principio “publica o perece”, sin fijarse en la calidad.

Las comunidades científicas jóvenes se prestan muy especialmente a la aparición de simuladores inconscientes. Es comprensible que el subdesarrollo favorezca la simulación: hay pocos expertos, de modo que es preciso improvisar; y, dado que simular es más fácil que aprender, se simula. El ingeniero pasa por físico o matemático; el médico por biólogo; el licenciado en psicoanálisis, por psicólogo; el abogado, por sociólogo, y así sucesivamente.

Ojo: no estoy negando que un graduado en X pueda aprender a hacer investigación en una ciencia Y. Al contrario, creo que los cambios de orientación pueden ser muy provechosos. Sólo señalo que, en el subdesarrollo, casi todo lo que reluce se hace pasar por oro.

¿Qué hacer para minimizar la simulación científica? Primero: robustecer la comunidad científica. Segundo: exigir que todos los cargos de responsabilidad sean concursados. Tercero: vigilar los concursos. Cuarto: desenmascarar a los simuladores, a quienes pretenden hacer pasar la repetición por trabajo original, la cita por argumento, o la fantasía incontrolada por ciencia.

En resumen, puesto que no hay ciencia sin moral, si queremos estimular el avance de la ciencia debemos estar

atentos a la simulación científica. Y para poder detectar la simulación científica, hay que estar al día en una especialidad, y estar dispuestos a pelear contra la corrupción. Ojalá esta revista se constituya en la conciencia moral de la vapuleada comunidad científica latinoamericana, tan dañada por las ideologías anticientíficas y tan menoscabada por centenares de simuladores que ni siquiera saben que simulan.

✓

LA FILOSOFÍA TRAS LA SEUDOCIENCIA*

Todo esfuerzo intelectual, sea auténtico o falso, posee una filosofía subyacente. La ciencia, por ejemplo, encierra seis tipos de ideas filosóficas, ideas que son completamente diferentes de las relacionadas con las pseudociencias. La evaluación de la filosofía subyacente a un campo del saber es una reveladora manera de efectuar distinciones y juzgar su valor.

José López-Rega fue la nociva eminencia gris durante el declive senil del general Perón y durante la presidencia de su esposa y sucesora, Isabelita. López-Rega había sido cantante fracasado, policía, guardaespaldas, autor de un *bestseller* sobre negocios y estrellas, amor y estrellas, y cosas por el estilo; creía firmemente en lo oculto y practicó la magia negra. López-Rega no sólo creía en la influencia de los astros y en el mundo espiritual, sino también en su propia capacidad para conjurar y manipular a los espíritus. En una ocasión intentó transferir el alma del difunto Juan Perón a su torpe sucesora, Isabelita. Sin embargo dicha tarea resultó estar más allá de sus facultades (véase, por ejemplo, Martínez, 1989).

A López-Rega no se le conoce por su aportación a la filosofía. Sin embargo, al igual que todo el mundo, sostuvo ideas filosóficas concretas. Entre éstas se hallaban los mitos ancestrales sobre el alma inmaterial, la posibilidad de la cognición paranormal y la existencia de seres sobrenaturales. Estas creencias sustentaron su convicción de que era capaz de influir en el comportamiento de la gente mediante el puro

* Publicado en *el escéptico* (2006) N° 22823.

poder de la mente, así como de contactar con poderes más elevados. A cambio, dichas creencias y prácticas le confirieron la autoconfianza, el prestigio y la autoridad necesarios para perpetrar sus siniestras maniobras políticas. Entre otras, fue el organizador del escuadrón de la muerte que llevó a cabo innumerables asesinatos y sesiones de tortura de sus rivales políticos durante el periodo comprendido entre los años 1973-76, en los que gozó de las mayores cotas de poder político. Así, el Brujo, como era conocido popularmente el Ministro de Bienestar Social, contaba con el respaldo de mitos filosóficos milenarios.

Todo esfuerzo intelectual, sea auténtico o sea falso, posee una filosofía subyacente y, en concreto, una ontología (una teoría sobre el ser y el devenir) y una gnoseología (una teoría del conocimiento).¹ Por ejemplo, la filosofía relacionada con la biología evolutiva es el naturalismo (o materialismo) junto con el realismo gnoseológico, una visión según la cual el mundo existe por sí mismo y puede ser investigado. Por contra, la filosofía subyacente al creacionismo (tanto el tradicional como el “científico”) es el sobrenaturalismo (la forma más antigua de idealismo), además del idealismo gnoseológico (que implica indiferencia por las pruebas empíricas).

1 El término inglés «epistemology» y el español «epistemología» tienen significados diferentes. La traducción más correcta (y es la que se ha optado en el presente texto a partir del texto original del Dr. Bunge en inglés) de la primera sería «gnoseología» o sea teoría del conocimiento (sea científico, común o cualquier otro), en tanto que «epistemología» equivale en español sólo a «filosofía de la ciencia», es decir, ontología, gnoseología, axiología, metodología, etcétera, de la ciencia. En castellano, la «epistemología» estaría incluida en la «gnoseología», en tanto que en inglés, «epistemology» equivale a gnoseología. De todos modos, mucha gente utiliza «epistemología» de un modo ambiguo, unas veces queriendo decir gnoseología y otras, filosofía de la ciencia. La confusión es, en el fondo, un anglicismo producto de nuestra dependencia cultural. El Diccionario de la RAE ayuda algo en la clarificación, aunque al final veremos que no del todo. Así, en él, «epistemología» sería la «doctrina de los fundamentos y métodos del conocimiento científico». Sin embargo, si se busca «gnoseología» encontramos que en tanto que su primera acepción es «teoría del conocimiento» (en general), su segunda acepción es «epistemología». Incluso suponiendo que para los académicos de la RAE el principio de identidad no sea válido (o sea, para ellos, aparentemente, gnoseología ≠ epistemología, pero epistemología = gnoseología, lo cual es bastante discutible), desde nuestro punto de vista, su prescripción va contra lo que el uso sugiere, ya que en todo caso sería al revés, dado que casi nadie usa gnoseología como epistemología, en tanto que mucha, mucha gente usa epistemología como gnoseología (además de como filosofía de la ciencia, que es la acepción correcta) [Nota del Corrector].

Sin duda alguna, la mayoría de los científicos, así como la mayoría de los seudocientíficos, no son conscientes de defender ninguna concepción filosófica. Además, les disgusta que se les diga que lo hacen. Y la más popular de las filosofías de la ciencia respetables de hoy en día, la representada por los positivistas lógicos y los seguidores de Popper, afirma que ciencia y filosofía se hallan mutuamente disociadas en vez de converger. Sin embargo, esta visión es errónea. Nadie puede evitar emplear gran cantidad de conceptos filosóficos tales como realidad, tiempo, causalidad, azar, conocimiento y verdad. Y, de vez en cuando, todos reflexionamos sobre problemas filosóficos, como la naturaleza de la vida, la mente, los objetos matemáticos, la ciencia, la sociedad y el bien. Además, la neutralidad resulta peligrosa, pues enmascara falacias filosóficas en las que podrían caer los auténticos científicos, disuadiéndoles del uso explícito de herramientas filosóficas en sus investigaciones.

Dado que no existe consenso sobre la naturaleza de la ciencia, y no digamos sobre la seudociencia, indagaré en las filosofías que acechan tras el psicoanálisis y la psicología computacional.

1. Ciencia: la auténtica y la falsa

Nos interesaremos tan sólo por las ciencias y seudociencias que dicen tener relación con los hechos, tanto de tipo natural como social. Así pues, no nos ocuparemos de la matemática, excepto como herramienta para la exploración del mundo real. Obviamente, este mundo se puede explorar tanto de manera científica como acientífica. En ambos casos, semejante exploración, como cualquier otra actividad humana deliberada, comporta cierta aproximación, es decir; un conjunto de conjeturas generales, un bagaje de conocimiento sobre las cuestiones a explorar, y un objetivo, así como un medio o método de trabajo.

En cierto sentido, las conjeturas generales, el conocimiento disponible sobre los hechos a explorar y el objetivo, dictan conjuntamente los medios o el método a emplear.

De ese modo, si lo que vamos a explorar es la mente, si la hemos concebido como entidad inmaterial y si nuestro objetivo es la comprensión de los procesos mentales tal como se hacía en el pasado, el camino más corto es la libre especulación. Dado lo idealistas que resultan esas conjeturas sobre la naturaleza de la mente, sería ridículo pretender confirmarlas mediante la exploración del cerebro. Pero sí, por el contrario, se considera que los procesos mentales son procesos cerebrales, y si el propósito es la comprensión de los mecanismos subyacentes a los fenómenos mentales, entonces es imprescindible el método científico, particularmente en su faceta experimental (ésta es la base filosófica de la neurociencia cognitiva). Es decir, el que un científico estudie o no el cerebro para entender la mente depende fundamentalmente de su filosofía más o menos tácita sobre la mente.

En general, se suele iniciar una investigación escogiendo un ámbito o dominio de hechos (D); luego se construyen (o se da por sentado) algunas suposiciones generales (G) sobre éstos se reúne un corpus (C) con el conocimiento disponible sobre los elementos contenidos en (D), se decide sobre el objetivo (O), y, en vista de lo anterior, se determina el método de estudio (M) adecuado para (D). Por tanto, un proyecto de investigación arbitrario (p) se esbozará mediante el siguiente quinteto: $p=(D, G, C, O, M)$. La función de esta lista es mantener el hilo de lo fundamental al encuadrar definiciones posteriores.

La investigación científica de un ámbito de hechos (D) supone que éstos son materiales, legales y escrutables, a diferencia de lo inmaterial (particularmente, de lo sobrenatural), que es ilegal o inescrutable; la investigación se basa en un cuerpo de hallazgos científicos previos (C); asimismo se realiza con el objetivo principal de describir y explicar los hechos en cuestión (O) con ayuda del método científico (M). A su vez, este último se puede describir brevemente con la siguiente secuencia: elección del conocimiento de fondo; definición del (de los) problema(s); solución provisional (por ejemplo, hipótesis o técnica experimental);

ejecución de pruebas empíricas (observaciones, mediciones o experimentos); evaluación de los resultados del ensayo; corrección eventual de los pasos anteriores y nuevos problemas aportados por el resultado.

Contrariamente a la creencia ampliamente extendida, el método científico no excluye la especulación: tan sólo pone orden en la imaginación. Por ejemplo, no basta con producir un ingenioso modelo matemático sobre algún dominio de hechos del modo en el que suelen hacerlo los economistas matemáticos. La consistencia, la sofisticación y la belleza nunca son suficientes en la investigación científica, el producto final de la cual, supuestamente, debe ajustarse a la realidad, o sea, ser verdadero en alguna medida. A los pseudocientíficos no se les acusa de ejercer su imaginación, sino más bien de dejarse arrastrar por ella. El lugar para la especulación desenfrenada está en el arte, no en la ciencia.

El método científico presupone que, en principio, cualquier cosa puede ser objeto de debate y que todo debate científico debe ser válido lógicamente (aun cuando no puedan invocarse de forma explícita principios o reglas lógicas). Este método también encierra dos ideas semánticas clave: el significado y la verdad. Los disparates no se pueden investigar; por tanto, no pueden ser declarados como falsos (imagine calcular o medir el tiempo necesario para volar de un lugar a otro empleando la definición del tiempo de Heidegger, como “maduración de la temporalidad”). Asimismo, el método científico no puede ponerse coherentemente en práctica en un vacío moral. Ahí interviene el *ethos* de la ciencia básica, lo que Robert K. Merton (1973) caracterizó como universalismo, altruismo, escepticismo organizado y comunismo epistémico (compartir el método y los hallazgos).

Por último, hay otras cuatro características distintivas en toda ciencia auténtica: mutabilidad, compatibilidad con el grueso de los conocimientos precedentes, intersección parcial con –al menos– alguna otra ciencia y control por parte de la comunidad científica. La primera condición deriva del hecho de que no existe ninguna ciencia “viva”

sin investigación, y la investigación suele enriquecer o corregir el fondo de conocimientos. En suma, la ciencia se va modificando, es eminentemente mutable. Por el contrario, las pseudociencias y sus ideologías de fondo o se hallan estancadas (como la parapsicología), o cambian bajo la presión de grupos de poder o por efecto de disputas entre facciones (como ha sido el caso del psicoanálisis).

La segunda condición podríamos redefinirla así: para que una idea merezca la atención de una comunidad científica, no puede ser ni tan obvia ni tan extravagante que rompa (aunque sea parcialmente) con los conocimientos previos. La compatibilidad con dichos conocimientos es necesaria, no sólo para depurar las especulaciones, sino también para comprender la nueva idea y poder evaluarla. Efectivamente, la validez de una hipótesis o de un diseño experimental está parcialmente determinada por su grado de conformidad con los conocimientos previos razonablemente consolidados (por ejemplo, se pone en cuestión la telequinesia por el hecho de violar el principio de conservación de la energía). Lo habitual es que los principios de las pseudociencias se aprendan en unos pocos días, mientras que los de la auténtica ciencia pueden llevar toda una vida, aunque sólo sea por el voluminoso bagaje científico en que están basados.

La tercera condición, la de usar o alimentar otras áreas de investigación, deriva del hecho de que la clasificación de las ciencias genuinas es, de algún modo, artificial. Por ejemplo, en lo relativo al estudio de la pérdida de memoria, ¿se trata de psicología, neurociencia o ambas cosas? ¿Y qué disciplina investiga la distribución de la riqueza? ¿La sociología, la economía o ambas? Debido a estas superposiciones e interacciones parciales, el conjunto de todas las ciencias constituye un sistema. Por el contrario, normalmente, las pseudociencias están aisladas.

La cuarta condición, el control por parte de la comunidad científica, puede explicarse de la manera siguiente. Los investigadores no trabajan inmersos en un vacío social, sino que experimentan los estímulos e inhibiciones de sus compañeros de trabajo (aunque no los conozcan personal-

mente). Toman prestados problemas y descubrimientos, y piden que se les critique; y si tienen algo interesante que decir, reciben opiniones, hasta sin haberlas solicitado. Tal interacción de la cooperación con la competencia es un mecanismo de generación de problemas y de control y difusión de los resultados; convierte la investigación científica en una empresa que se autocuestiona, auto-corrige y auto-perpetúa. Esto hace del logro de la verdad algo menos característico de la ciencia que la capacidad y la voluntad para detectar y corregir errores (al fin y al cabo, el conocimiento cotidiano está lleno de trivialidades bien confirmadas que no han surgido de la investigación científica).

Lo antedicho se refiere a las características más destacadas de la auténtica ciencia, sea la natural, la social o la biosocial (puede leerse más al respecto en Gardner 1983, Wolpert 1992, Bunge 1998a y Kurtz 2001). Por el contrario, el tratamiento pseudocientífico de un dominio de hechos viola al menos una de las condiciones antes descritas, autoproclamándose, al mismo tiempo, como científico. Dicho tratamiento puede que sea contradictorio o que contenga ideas poco claras. Puede que asuma como reales hechos imaginarios, tales como las abducciones alienígenas o la telequinesia, los genes autorreplicantes y egoístas, o las ideas innatas. Puede postular que los hechos en cuestión sean inmateriales, inescrutables o ambas cosas. Puede que carezca de base en hallazgos científicos previos. Puede llevar a cabo operaciones empíricas profundamente erróneas, como el test de la mancha de tinta, o no haber incluido grupos de control. Puede que falsifique resultados de pruebas o, incluso, que prescinda totalmente de realizarlos.

Por otra parte, las pseudociencias no evolucionan o, si lo hacen, sus cambios no provienen de investigación alguna. Se hallan aisladas de otras disciplinas, aunque, ocasionalmente, se entremezclen con otras pseudociencias, como atestigua la astrología psicoanalítica. Y, lejos de agradecer la crítica, lo que intentan es consolidar la creencia. Su propósito no es la búsqueda de la verdad sino la persuasión: simular llegadas, sin salidas y sin viajes. Mientras que la

ciencia está llena de problemas, y cada uno de sus hallazgos trae consigo problemas nuevos, la pseudociencia se caracteriza por la seguridad. En otras palabras, la ciencia engendra más ciencia, pero la pseudociencia es estéril, puesto que no genera problemas nuevos. En resumen, el principal problema de la pseudociencia yace en que su investigación es o bien profundamente defectuosa o bien inexistente. Esa es la razón por la cual la especulación pseudocientífica, contrariamente a la investigación científica, no ha proporcionado ni una sola ley sobre la naturaleza o la sociedad.

Hasta aquí una descripción somera sobre la ciencia verdadera y la ciencia falsa. Apliquemos nuestro análisis ahora a un par de interesantes casos recientes: la química física y la neurosicología.

2. Dos casos: la auto-organización y el subconsciente

Nuestro primer ejemplo es el tratamiento de los sistemas auto-organizados; conjuntos complejos que consiguen autoensamblarse en ausencia de fuerzas externas. La auto-organización, la morfogénesis biológica en particular, es un proceso maravilloso pero apenas comprendido. No es de extrañar que haya sido objeto de muchas especulaciones pseudocientíficas, adornadas de expresiones rimbombantes pero vacías, como “fuerza constructiva”, “entelequia”, “élan vital”, “campo morfogenético”, “autopoiesis” y otras por el estilo. Todos esos factores se suelen considerar como algo inmaterial y, por tanto, fuera del alcance de la física y la química. Y ni se han descrito en detalle ni han sido objeto de experimentación en laboratorio. Por tanto, hablar de dichos factores es pura verborrea, la mera agitación de una varita mágica.

Por el contrario, la aproximación científica a la auto-organización es práctica, pero también imaginativa. Veamos un ejemplo reciente de esta aproximación: la obra de Adams, Doic, Keller y Fraden (1998). Unos coloides, diminutas varitas y esferas, fueron suspendidos aleatoriamente en tubos capilares de vidrio sellados; luego se dejaron a merced de

sus propios sistemas y se observaron bajo el microscopio. Las varitas eran virus y las esferas, bolas de plástico: a los primeros se los cargó negativamente y a los últimos, positivamente. Tras algún tiempo, la mezcla se separó espontáneamente en dos o más fases homogéneas. En función de las condiciones experimentales, una fase podía consistir en capas de varitas que se alternaban con otras de esferas, o las esferas podían ensamblarse en columnas.

Paradójicamente, estas variaciones de segregación se explican por la repulsión entre partículas cargadas —lo cual, intuitivamente, evitaría la aglomeración de partículas con la misma carga—. Y la igualmente paradójica disminución de entropía (el incremento del orden) se explica observando que la aglomeración de algunos *coloides* viene acompañada de un aumento de la entropía translacional del medio. En cualquier caso, el proceso global puede explicarse en términos estrictamente naturalistas. Al mismo tiempo, los autores advierten de que sus resultados no concuerdan con la teoría pertinente —ni tampoco, por supuesto, con ningún sistema físico general—. Tal ausencia de conclusión perfecta es característica de la auténtica ciencia, a diferencia de la pseudociencia, donde todo está prefabricado desde el principio.

Un segundo ejemplo se halla en el estudio del inconsciente. Se ha escrito mucho sobre el particular, la mayoría desde el terreno especulativo, desde que Sócrates dijera ser capaz, mediante un hábil interrogatorio, de descubrir el conocimiento matemático implícito en un joven esclavo analfabeto. Gracias al *best seller* de Eduard van Hartmann, *Die Philosophie des Unbewussten* (1870), el tema ya era popular en 1900, cuando Freud propuso sus extravagantes fantasías por primera vez. Entre otras cosas, Freud entronizó el inconsciente y le adjudicó poderes causales que supuestamente intervenían en cantidad de fenómenos inexplicados, como los lapsus linguae y el mítico complejo de Edipo. Pero, por supuesto, jamás, ni a él ni a ninguno de sus seguidores se les ocurrió aproximarse a esta materia de manera experimental.

El estudio científico de los procesos mentales inconscientes comenzó hace un par de décadas, con el estudio de pacientes con doble personalidad y visión ciega.² Desde entonces, diversas técnicas de visualización del cerebro, como el escáner PET y la resonancia magnética funcional, han hecho posible discernir si una persona siente o sabe algo incluso antes de que sepa que lo siente o que lo sabe. Además, esas técnicas permiten localizar tales procesos mentales de una manera no invasiva. Tenemos un ejemplo en el trabajo de Morris, Öhman y Dolan (1998), que, como no es de extrañar, no cita ningún estudio psicoanalítico. Veámoslo.

La amígdala es el minúsculo órgano cerebral que siente emociones tan básicas y ancestrales como el miedo o la ira. Si sufre algún daño, la vida emocional y social de una persona puede quedar gravemente limitada. La actividad de esta amígdala se puede monitorizar mediante un escáner PET; este aparato permite al investigador detectar las emociones del sujeto e incluso determinar en qué lado de la amígdala se ubican. No obstante, dicha actividad neuronal puede que no alcance el nivel de conciencia. En tal caso, tenemos que acudir al escáner cerebral.

Por ejemplo, si a un sujeto humano normal se le muestra brevemente un rostro enojado como estímulo principal, e inmediatamente se le enseña una máscara inexpresiva, dirá haber visto esta última, pero no recordará haber visto la anterior. Sin embargo el escáner nos cuenta una historia distinta. Nos revelará que, si el rostro enfadado ha sido asociado a un estímulo ‘aversivo’ como ruido blanco de alta intensidad, el estímulo principal activará la amígdala, aun cuando el sujeto no recuerde haberlo visto. Resumiendo, la amígdala “conoce” cosas que el órgano de la conciencia (sea el que sea o dondequiera que se encuentre) no conoce. Los psicoanalistas podrían emplear este mismo método para medir la intensidad del odio de un hombre hacia su padre. Pero no lo hacen, porque no creen en el cerebro: su

2 --- La visión ciega es una dolencia consistente en que el paciente ve, pero no es consciente de ello [N. del Corrector].

psicología es idealista y, por tanto, no cerebral. Encontrará más información sobre este tema en la sección 4.

El número de ejemplos de pseudociencia abarca hasta donde queramos. La astrología, la alquimia, la parasicología, la caracterología, la grafología, la “ciencia” de la creación, el “diseño inteligente”, la “ciencia” cristiana, la rabomancia, la homeopatía y la memética generalmente se consideran pseudociencias (véase por ejemplo Kurtz 1985, Randi 1982, y *The Skeptical Inquirer*). Por contra, que el psicoanálisis y la psicología computacional sean ciencias falsas no está tan ampliamente aceptado. Por esta razón las examinaremos en la sección 3. Pero en primer lugar echemos un breve vistazo a la filosofía y veremos que parte de la misma también es falsa.

3. La filosofía: procientífica y anticientífica

La caracterización de la investigación científica descrita anteriormente comprende ideas de seis tipos: lógicas, semánticas, ontológicas, gnoseológicas (concretamente, metodológicas), éticas y sociológicas. De forma más específica, encierra la noción de consecuencia lógica y de coherencia lógica; las nociones semánticas de significado y de verdad; los conceptos ontológicos de hecho real y de ley real (patrones objetivos); los conceptos gnoseológicos de conocimiento y prueba; el principio de la honradez intelectual, y la noción de comunidad científica.

¿Y por qué es esto así? Pues porque la investigación científica es, en pocas palabras, la búsqueda *honrada* del *saber* auténtico sobre el *mundo real*, concretamente sobre sus leyes, con la ayuda de medios tanto *teóricos* como *empíricos* –en concreto, el *método científico*– y porque a todo cuerpo del saber científico se le supone una *coherencia lógica*, y debe ser sujeto de *discusión racional*, en el seno de una comunidad de investigadores. Todas las expresiones en cursiva se dan en discursos (metacientíficos) sobre cualquier ciencia basada en hechos (empírica). Y la disciplina encargada de dilucidar y sistematizar los conceptos correspondientes es la filosofía. En efecto, la filosofía es el estudio de los conceptos

y principios más fundamentales y multidisciplinarios. Por lo tanto, se supone que los filósofos deben ser generalistas y no especialistas. Y algunos de nosotros asumimos a veces la ingrata tarea de someter a juicio las credenciales de algunas creencias o ideologías pseudocientíficas.

En la actualidad, las diferentes escuelas filosóficas tratan los componentes filosóficos de la ciencia antes mencionados de manera muy diferente; algunas escuelas los ignoran por completo. Recordemos brevemente cuatro ejemplos contemporáneos: existencialismo, positivismo lógico, popperianismo y marxismo.

El existencialismo rechaza la lógica y, en general, la racionalidad; adopta una ontología extremadamente superficial, casi ininteligible e incluso ridícula: y no necesita semántica, epistemología o ética. No sorprende que haya carecido de impacto alguno en la ciencia (excepto, de forma indirecta y negativa, por su degradación de la razón y su apoyo al nazismo). Tampoco sorprende que no haya producido ninguna filosofía inteligible (y, mucho menos, estimulante) de la ciencia.

Por el contrario, el positivismo lógico defiende la lógica y el método científico, pero no posee una semántica defendible; ni tampoco una ontología que trascienda el fenomenalismo ("sólo hay apariencias"); su gnoseología sobrevalora la inducción y malinterpreta o infravalora la teoría científica, a la que considera un mero resumen de datos, tampoco posee una ética más allá del *emotivismo* de Hume. Como era de esperar, el positivismo lógico malinterpreta la física relativista y la cuántica en lo concerniente a operaciones de laboratorio, en vez de considerar la existencia objetiva de entidades físicas en ausencia de observadores (ver, por ejemplo, Bunge 1973). No obstante, el positivismo lógico es *cientificista* y, por tanto, muy superior a la anticiencia característica del postmodernismo.

El *popperianismo* ensalza la lógica pero rechaza la mera idea de hacer semántica; no contiene ninguna ontología más allá del individualismo (o atomismo, o nominalismo); valora la teoría hasta el punto de considerar el experimento sólo como una vía para probar hipótesis; sobrevalora la crítica,

infravalora la inducción y prescinde de la evidencia positiva. No posee ninguna ética más allá de las premisas de Buda, Epicuro e Hipócrates de no producir ningún daño. No obstante, el popperianismo tiene el mérito de haber defendido una interpretación realista de las teorías físicas y de haber devaluado el inductivismo. Pero Popper primero infravaloró y luego aceptó la biología evolutiva, aunque malinterpretándola, exclusivamente como la eliminación de las inadaptaciones; se opuso al *monismo psiconeuronal* inherente a la psicología biológica; rechazó la concepción materialista de la historia, adoptada por la escuela historiográfica más avanzada –la de Annales–; y defendió la microeconomía neoclásica, que –como expondré más adelante– es seudocientífica a la vez que conceptualmente difusa, e inmune a la *falsificación* empírica.

En cuanto al marxismo, ha presentado algunas ideas revolucionarias en ciencias sociales, concretamente la concepción materialista de la historia y la centralidad del conflicto social. Sin embargo, el materialismo marxista es estrechamente economicista: infravalora el papel de la política y la cultura (en concreto, de la ideología). Además, el marxismo, siguiendo a Hegel, confunde la lógica con la ontología. Por lo tanto, adolece de una escasa lógica formal; su ontología materialista se difumina tras las penumbras románticas de la dialéctica tales como el principio de unidad de los contrarios; su gnoseología es el realismo ingenuo (la “teoría del conocimiento como reflejo”), que no deja sitio a la naturaleza simbólica de las matemáticas o de la física teórica; idealiza los conjuntos sociales en detrimento de los individuos y sus aspiraciones legítimas, exagera el impacto social de la percepción y adopta la ética del utilitarismo, que prescinde de la investigación desinteresada, por no hablar del altruismo. No sorprende que, al hallarse en el poder, los filósofos del materialismo dialéctico se hayan opuesto a algunos de los descubrimientos científicos más revolucionarios de su época: la lógica matemática, la teoría de la relatividad, la mecánica cuántica, la genética, la teoría sintética de la evolución y la neurociología post-pavloviana.

En resumen, ninguna de esas cuatro escuelas encaja con la filosofía inherente a la ciencia. Mi propuesta es que

cualquier filosofía capaz de comprender y promocionar la investigación científica reúne las características siguientes (Bunge. 1974-1989):

– *Lógica*: Coherencia interna y cumplimiento de las reglas de la inferencia deductiva; aceptación de la analogía y la inducción como medios heurísticos, sin afirmar a priori la validez de los argumentos analógicos o inductivos.

– *Semántica*: Teoría realista del significado como referencia propuesta (denotación) –y a diferencia de la extensión– unida al sentido o la connotación. Y una concepción realista de la verdad fáctica [acerca de hechos] como adecuación de una proposición a los hechos a los que se refiere.

– *Ontológica*:

a. *Materialismo* (naturalismo): Todas las cosas reales son materiales (poseen energía) y se ajustan a algunas leyes (causales, probabilísticas o ambas). Los procesos mentales son procesos cerebrales y las ideas en sí mismas (aunque sean verdaderas o útiles) son ficciones.

b. *Dinamicismo*: Todos los objetos materiales se hallan en flujo.

c. *Sistemismo*: Toda cosa es un sistema o un componente (potencial o real) de un sistema.

d. *Emergentismo*: Todo sistema tiene propiedades (sistémicas o emergentes) de las que los componentes carecen.

– *Gnoseológica*:

a. *Realismo científico*: Es posible acceder al conocimiento de la realidad, al menos de forma parcial y gradual, y se supone que las teorías científicas representan partes o características del mundo real, aunque sea de forma imperfecta.

b. *Escepticismo moderado*: El conocimiento científico es tanto falible como mejorable. Sin embargo, algunos hallazgos –por ejemplo, que existen átomos y campos, que las ideas no existen más allá del cerebro y que la ciencia vale la pena– son adquisiciones firmes.

e. *Empirismo moderado*: Todas las hipótesis fácticas se deben poder probar empíricamente y tanto las pruebas positivas como las negativas son indicadores de su valor de verdad.

d. *Racionalismo moderado*: El conocimiento progresa mediante conjeturas y razonamientos lógicos, combinados con la experiencia.

e. *Cientificismo*: Todo lo que es posible saber y merece la pena saber se conoce mejor de manera científica.

– *Ética: Humanismo secular*: La norma moral suprema es “persigue tu propio bienestar (biológico, mental y social) y el de los demás”. Esta máxima prescribe que la investigación científica debe satisfacer tanto la curiosidad como la necesidad y abstenerse de causar daños innecesarios.

– *Sociológica: Socialismo epistémico*: La labor científica, aunque sea artesanal, es social, por cuanto se ve unas veces estimulada y otras inhibida por compañeros de trabajo y por el orden social del momento; y el árbitro (provisional) no son las autoridades institucionales, sino la comunidad de expertos. Cada una de dichas comunidades prospera con los logros de sus miembros y eso facilita la detección y corrección de errores (atención: estas ideas están muy lejos tanto del pensamiento marxista que defiende que las ideas son emitidas y eliminadas por la sociedad, como de la visión constructivista-relativista de que los “hechos científicos” son construcciones sociales locales, esto es, meras convenciones de la comunidad o de la tribu).

Mi planteamiento es que los principios filosóficos antes expuestos son tácitamente satisfechos por las ciencias maduras o “duras” (física, química y biología); que las ciencias inmaduras o “blandas” (sicología y ciencias sociales) satisfacen algunos de ellos; y que las pseudociencias violan la mayoría de ellos. En definitiva, que el cientificismo es coextensivo con la buena filosofía.

Además, la razón por la que las pseudociencias se parecen a la religión, hasta el punto de que algunas son un sus-

tituto de ésta, es que comparten una filosofía, el idealismo filosófico, que no debemos confundir con idealismo moral. Ciertamente, la pseudociencia y la religión postulan entidades inmatrimiales, habilidades cognitivas paranormales, así como una ética heterónoma. Paso a explicarlo.

Cada religión posee su núcleo filosófico, y las filosofías inherentes a la religión comparten los siguientes principios idealistas:

a. *Ontología idealista*: Existen entidades espirituales autónomas, como las almas y las deidades, que no se ajustan a ninguna ley científica.

b. *Gnoseología idealista*: Algunas personas poseen habilidades cognitivas que escapan del ámbito de la sicología experimental: la inspiración divina, la perspicacia innata o la capacidad de percibir entidades espirituales o profetizar sucesos sin la ayuda de la ciencia.

c. *Ética heterónoma*: Todo el mundo se halla sujeto a poderes sobrehumanos inescrutables e inamovibles, y nadie tiene la obligación de justificar sus creencias mediante experimentos científicos.

Los tres componentes filosóficos comunes para religión y pseudociencia están en desacuerdo con la filosofía inherente a la ciencia. Por tanto, las tesis de que la ciencia es una ideología más, y que no puede entrar en conflicto con la religión porque ambas abordan problemas distintos, de maneras distintas pero mutuamente compatibles, son falsas (más sobre religión y ciencia en Manner y Bunge 1996).

4. Los casos del psicoanálisis y de la psicología computacional

¿Comparten el psicoanálisis y la psicología computacional los rasgos filosóficos que, según veíamos en la sección 3, caracterizan a las ciencias maduras?

El psicoanálisis viola la ontología y la metodología de toda ciencia genuina. Ciertamente, sostiene que el alma ('mente',

según la traducción estándar al inglés de las obras de Freud) es inmaterial y que puede actuar sobre el cuerpo, como se muestra en los efectos psicosomáticos. Sin embargo, el psicoanálisis no supone ningún mecanismo mediante el cual una entidad inmaterial pueda alterar el estado de otra material; simplemente afirma que se da el caso. Además, esa afirmación es dogmática, puesto que los psicoanalistas, a diferencia de los psicólogos, no realizan ninguna prueba empírica. Concretamente, ningún psicoanalista ha montado jamás un laboratorio. El propio Freud diferenció enfáticamente el psicoanálisis tanto de la psicología experimental como de la neurociencia.

Para conmemorar el primer centenario de la publicación de *La interpretación de los sueños*, de Freud, el *International Journal of Psychoanalysis* publicó un informe realizado por seis analistas de Nueva York (Vaughan et al., 2000), que supuestamente informaron de la primera prueba experimental del psicoanálisis en un siglo de existencia. En realidad, no se trató de ningún experimento, puesto que no se contó con ningún grupo de control. Por lo tanto, aquellos autores no tenían derecho a concluir que las mejoras observadas se debieron al tratamiento; pudieron haber ocurrido simplemente de forma espontánea. Así pues, los psicoanalistas no emplean para nada el método científico, puesto que no saben de qué se trata. Al fin y al cabo, no tienen formación científica; en el mejor de los casos son médicos generalistas.

El psicoanalista francés Jacques Lacan –un héroe del postmodernismo– admite esta idea y sostiene que el psicoanálisis, lejos de ser una ciencia, es simplemente una práctica retórica: “*l’art du bavardage*”. Al final, dado que los psicoanalistas sostienen que sus conclusiones son tanto reales como efectivas sin haberlas sometido al ensayo experimental o a pruebas clínicas rigurosas difícilmente puede afirmarse que procedan con la honradez intelectual por la que, se supone, deben regirse los científicos (aunque ocasionalmente cometan deslices). En suma, el psicoanálisis no está cualificado para considerarse una ciencia. Contrariamente a la creencia general, no es siquiera una ciencia fallida, puesto que prescinde del método científico e ignora los contraejemplos. Se trata simplemente de charlatanería psicológica.

La psicología computacional afirma que la mente consiste en una serie de programas informáticos que en principio pueden implementarse en cerebros o en máquinas, –o quizá incluso en fantasmas–. Así, esta popular escuela adopta la visión funcionalista de que la materia no tiene importancia, tan sólo importa su función. Esta visión está fomentada por ontologías idealistas, donde la ciencia sólo investiga cosas concretas a varios niveles: la física, la química, la vida –pensante y no pensante– o lo social. Además, los computacionistas cometen una petición de principio al dar por sentado que ciertos procesos mentales son actos computacionales. No tienen ninguna prueba de que todos los procesos mentales sean computacionales; se limitan a aseverar esa tesis.

Pero esta tesis es falsa, puesto que ni los procesos emocionales ni los creativos son algorítmicos, y solamente lo son una fracción de los procesos cognitivos. Por ejemplo, no puede haber ningún algoritmo para la actuación espontánea, para plantear problemas originales, para formular hipótesis originales, para conformar analogías fructíferas o para diseñar artefactos originales, como algoritmos, máquinas u organizaciones sociales radicalmente nuevos. Efectivamente, todo algoritmo es un procedimiento para realizar operaciones de un tipo específico, como la clasificación, la suma y el cálculo de valores de funciones matemáticas. Por el contrario, los descubrimientos científicos originales no pueden ser determinados con precisión anticipadamente, por eso es necesaria la investigación.

En resumen, la psicología computacional es acientífica porque ignora las pruebas negativas y porque se desentiende de la materia de la mente: el cerebro, que crea el pensamiento. Consecuentemente, se aísla a sí misma con respecto a la neurociencia y a la ciencia social, y el aislamiento disciplinar es un indicador fiable de la falta de cientificidad. El secreto de su popularidad reside no tanto en sus hallazgos sino en la popularidad de los ordenadores, en que no requiere ningún conocimiento de neurociencia y en la fantasía de que los enunciados del tipo “X calcula Y” poseen capacidad explicativa, mientras que, de hecho, éstas sólo enmascaran nuestra

ignorancia sobre los mecanismos neuronales (recordemos que no hay explicación verdadera sin mecanismo y que todo mecanismo es material; véase Bunge 2006).

Valga lo dicho como muestra de pseudociencia. El tema de su filosofía subyacente es fascinante y vasto, y básicamente inexplorado (véase, sin embargo, Flew 1987). Pensemos tan sólo en los múltiples reductos de pseudociencia que se refugian en la ciencia, como por ejemplo el principio antrópico, el intento de diseñar una teoría del todo, el discurso sobre la información en bioquímica, el dogma de la biología “todo-está-en-los-genes”, la sociobiología humana, la psicología evolucionista (puramente especulativa) californiana y los modelos de teoría de juegos aplicados a la economía y a la ciencia política. Al analizar un error flagrante en la ciencia, casi siempre se encuentra un gazapo filosófico.

5. Casos fronterizos: Proto- y Semi-

Todo intento no matemático de clasificar cualquier conjunto de elementos se topará, probablemente, con casos fronterizos.

Las principales razones de tal vaguedad son, por una parte, que los criterios de clasificación son, en sí mismos, imprecisos o que el objeto en cuestión contiene sólo alguna de las características necesarias para situarlo en una casilla determinada. Recordemos el caso del ornitorrinco, el mamífero que pone huevos. En cualquier caso, en el terreno de la ciencia encontramos multitud de disciplinas, teorías o procedimientos que, lejos de caer claramente dentro del rango de lo científico o de lo que no lo es, pueden denominarse como proto-científicas, semi-científicas o como ciencia fallida. Echemos un breve vistazo a dichos casos.

Una *proto-ciencia*, o ciencia emergente, es obviamente una ciencia *in statu nascendi*. Si sobrevive, puede convertirse llegado el momento en una ciencia madura, una semi-ciencia o una pseudociencia. En otras palabras, cuando se dice que una disciplina es una proto-ciencia, es demasiado

pronto para decidir si es científica o acientífica. Ejemplos: la física previa a Galileo y Huygens, la química anterior a Lavoisier, y la medicina antes de Virchow y Bernard. Todas esas disciplinas maduraron deprisa y se convirtieron en plenamente científicas (podemos llamar científicas a la medicina y la ingeniería aunque se trate de tecnologías más que de ciencias).

Una *semi-ciencia* es una disciplina que comenzó como ciencia y es considerada normalmente como tal, aunque no reúna todas sus características. Mi opinión es que la cosmología, la psicología y la economía son semi-ciencias. En efecto, la cosmología todavía está repleta de especulaciones que contradicen sólidos principios de la física. Aún existen psicólogos que niegan que la mente sea un producto del cerebro y otros que consideran los sistemas neuronales como funciones mentales “secundarias” o “mediadoras”. Y, por supuesto, muchos de los llamados premios Nobel de economía (que de hecho son premios del Banco de Suecia) se otorgan a inventores de modelos matemáticos que no tienen ningún reflejo en la realidad económica –de entrada porque ignoran la producción y la política– o a diseñadores de políticas económicas que perjudican a los pobres. Los modelos de teoría de juegos, propuestos por Thomas C. Schelling, que ganó un premio Nobel en 2005, son un ejemplo destacado. En uno de ellos diseñó el bombardeo estratégico de la población civil vietnamita. El mismo teórico descubrió también que los afroamericanos se segregan solos: “se sienten más cómodos entre los de su propio color” (Schelling 1978: 138-139).

En ciertos casos es difícil saber si algo es científico, semi-científico o pseudocientífico. Por ejemplo, la gran mayoría de los físicos del siglo XIX consideraban que el atomismo era una pseudociencia, dado que solamente producía evidencias indirectas en *pro* de la hipótesis atómica. Peor aún, ya que no existía ninguna teoría concreta acerca de los átomos en sí mismos, el atomismo era muy difícil de comprobar, y tan sólo lo era mediante predicciones de mecánica estadística. Pero la teoría se convirtió en científicamente respetable

casi de forma súbita como consecuencia de la teoría de Einstein sobre el movimiento browniano y la confirmación experimental de la misma por Perrin. Tan sólo los positivistas más conservadores, como Ernst Mach, se opusieron al atomismo hasta el final.

Otro ejemplo: la teoría cuántica es sin duda un paradigma del éxito de la ciencia de alto nivel. Pero la interpretación de Copenhague de esta teoría es pseudocientífica, puesto que sitúa al observador en el centro del universo, ya que supone que todos los sucesos físicos son consecuencia de procesos de laboratorio. El que esta tesis sea descaradamente falsa se demuestra por el hecho de que la teoría es válida para las estrellas, que por supuesto son inhabitables, y porque no contiene ningún postulado que describa a los observadores (más sobre el tema en Bunge 1973, Mahner 2001).

La teoría de cuerdas es un tema sospechoso. Parece científica porque aborda un problema abierto que es a la vez importante y difícil, como la construcción de una teoría cuántica de la gravitación. Por esta razón, y porque ha estimulado las matemáticas, está atrayendo a los cerebros jóvenes más brillantes. Pero la teoría postula que el espacio tiene seis o siete dimensiones en vez de tres, solamente para garantizar la coherencia matemática. Dado que esas dimensiones extra no son observables y que la teoría se ha resistido a la confirmación experimental durante más de tres décadas, tiene visos de ciencia-ficción o, al menos, de ciencia fallida.

El caso de la frenología, la “ciencia de las protuberancias craneales”, resulta instructivo. Proponía una hipótesis materialista, comprobable, según la cual todas las funciones mentales eran funciones cerebrales localizables con precisión. Pero en vez de ensayar experimentalmente esta excitante hipótesis, los frenólogos la explotaron exitosamente en ferias y otros lugares de entretenimiento: iban por ahí palpando el cráneo de la gente y diciendo haber localizado los centros del altruismo, del amor a la prole, de la imaginación y cosas por el estilo. La aparición de la neurociencia moderna puso fin a la frenología.

El descrédito de la frenología arrojó dudas no sólo sobre el localizacionismo radical, sino también sobre los intentos científicos de cartografiar la mente dentro del cerebro. En concreto, los dispositivos de imagen cerebral inventados a lo largo de las tres décadas pasadas fueron recibidos con escepticismo al principio, porque el mero hecho de intentar localizar procesos mentales sonaba a frenología. Pero estas nuevas herramientas han demostrado ser muy fructíferas y, lejos de confirmar la hipótesis frenológica (un módulo para cada función), han propiciado muchos nuevos hallazgos, entre ellos que todos los subsistemas del cerebro están interconectados. Si una herramienta o una teoría conduce a descubrimientos importantes, no puede ser pseudocientífica, puesto que uno de los signos de la pseudociencia es el de estar construida alrededor de una vieja superstición.

Finalmente, un aviso de cautela. La mayoría de nosotros desconfiamos de teorías o herramientas radicalmente nuevas y esto ocurre por alguna de estas dos razones: por la inercia intelectual o porque es necesario cuestionar a todo recién llegado para asegurarnos que no es un impostor. Pero debemos evitar confundir ambas razones. A los curiosos les gustan las novedades, pero sólo mientras que éstas no amenacen con dismantelar su esquema de conocimientos.

6. Pseudociencia y política

La pseudociencia es siempre peligrosa porque contamina la cultura, y cuando concierne a la salud, la economía o la política, pone en riesgo la vida, la libertad o la paz. Pero, por supuesto, la pseudociencia es extraordinariamente peligrosa cuando goza del apoyo de un gobierno, una religión organizada o grandes corporaciones. Nos bastará un puñado de ejemplos para ilustrar este punto.

Algunos legisladores estadounidenses invocaron la eugenesia, propuesta en sus inicios por científicos bienintencionados y por intelectuales progresistas, para presentar y aprobar leyes que restringieran la inmigración de gente de "razas inferiores" y condujeran a la institucionalización

de miles de niños considerados mentalmente débiles. La política racial de los nazis se justificó mediante la misma “ciencia” y condujo al asesinato o la esclavitud de millones de judíos, eslavos y gitanos.

La sustitución de la genética por las descabelladas ideas del agrónomo Trophim Lysenko, que disfrutó de la protección de Stalin, fue la responsable del espectacular retroceso de la agricultura soviética y, lejos de conducir a mejoras, originó una severa escasez de alimentos. La misma dictadura sustituyó la sociología por el marxismo-leninismo, cuyos fieles señalaron la injusticia de los males de las sociedades capitalistas pero se negaron a estudiar los problemas igualmente graves del imperio soviético. La consecuencia fue que esos problemas empeoraron y ningún analista social soviético previó el súbito colapso del imperio.

Los casos más recientes de la conexión de la pseudociencia con la política son los relativos al cambio climático, investigación con células madre, “diseño inteligente” y protección de la fauna por parte del actual gobierno de los Estados Unidos. Tales interferencias están destinadas a tener un impacto negativo en la ciencia, la medicina y el medio ambiente. El último caso de apoyo de un gobierno a la pseudociencia es la decisión del ministro de sanidad francés de eliminar de una Web oficial un informe que decía que la terapia cognitiva-conductual es más efectiva que el psicoanálisis (*French psicoflap* 2005).

Conclusión

La pseudociencia está tan cargada de filosofía como la ciencia. Sin embargo, la filosofía inherente a una de ellas es perpendicular a la que se atrincheró en la otra. En concreto, la ontología de la ciencia es naturalista (o materialista), mientras que la de la pseudociencia es idealista. La gnoseología de la ciencia es realista, mientras que la de la pseudociencia no lo es, y la ética de la ciencia es tan exigente que no tolera los autoengaños ni los fraudes que plagan la pseudociencia. En suma, la ciencia es compatible con la

filosofía procientífica esbozada en la sección 2, mientras que la pseudociencia no lo es.

Pero, ¿y qué más da?, puede que se pregunte el lector. ¿Para qué sirve el ejercicio de patrullaje fronterizo arriba citado? Respuesta: puede ayudar como advertencia de que un proyecto de investigación inspirado en una filosofía errónea probablemente fracasará. A fin de cuentas, esto es todo lo que podemos hacer cuando evaluamos una propuesta de investigación antes de contar con todos los datos: comprobar si el proyecto es trivial o, peor aún, contrario al “espíritu” de la ciencia, por lo que podría merecer el infame premio IgNobel (Bunge 2004). Lo mismo se puede decir, *a fortiori*, de la evaluación de la investigación en curso. Por ejemplo, en la actualidad, la física de partículas rebosa de sofisticadas teorías matemáticas que postulan la existencia de entidades extrañas que no interactúan perceptiblemente, o no lo hacen en absoluto, con la materia ordinaria y, como consecuencia, son a buen seguro indetectables (alguna de esas teorías llegó incluso a postular que el espacio-tiempo tiene diez u once dimensiones en vez de las cuatro reales). Como esas teorías están en contradicción con el grueso de la física y violan el requisito del análisis empírico, podemos calificarlas de pseudocientíficas aunque lleven rondando un cuarto de siglo y aparezcan publicadas en las revistas más serias de física.

Segundo ejemplo: Todos los estudiantes de económicas y gestión empresarial deben estudiar microeconomía neoclásica. Sin embargo, es improbable que usen dicha teoría para abordar ningún problema económico en la vida real. La razón de semejante inutilidad es que algunos de los postulados de la teoría son abiertamente irreales y otros excesivamente difusos, luego difícilmente comprobables. En efecto, la teoría supone que todos los actores del mercado son libres, mutuamente independientes, perfectamente bien informados, igualmente poderosos, inmunes a la política y completamente “racionales”, o sea, capaces de elegir la opción que con mayor probabilidad maximizará la utilidad esperada. Pero el mercado real está poblado de individuos y empresas que poseen una información imperfecta y, lejos

de ser completamente libres, pertenecen a redes sociales o a monopolios. Además, la utilidad en cuestión está mal definida, pues es el producto de dos cantidades que se calculan de manera subjetiva en vez de basándose en datos firmes, como la probabilidad del suceso en cuestión y la correspondiente utilidad del agente (la mayoría de las veces, no se especifica la forma precisa de la función de utilidad. Y, cuando se especifica, la elección no se justifica empíricamente). Milton Friedman (1991) se jactó de que, en su actual forma, esta teoría era como “vino viejo en botella nueva”. En mi opinión, el hecho de que la teoría haya permanecido intacta durante más de un siglo, pese al significativo progreso de otras ramas de la ciencia social constituye un claro indicador de que es pseudocientífica (más en Bunge 1998b).

Moraleja: antes de lanzarse a un proyecto de investigación, analízelo en busca de presupuestos filosóficos débiles, como la creencia de que la sofisticación matemática suple a la ciencia de los hechos, de que el manejo de símbolos indefinidos puede maquillar la indefinición conceptual o a la falta de apoyo empírico, o que pueden existir sonrisas (o pensamientos) sin cabeza. Resumiendo, dígame qué filosofía es la que utiliza (no la que profesa) y le diré lo que vale su ciencia. Y dígame qué ciencia es la que usa (no con la que dice estar de acuerdo) y le diré lo que vale su filosofía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, Marie; Dogic, Zvonimir; Keller, Sarah L. y Fraden, Seth. 1998. "Entropically driven microphase transitions in mixtures of colloidal rods and spheres". *Nature* 393: 249-351.

Bunge, Mario. 1974-1989. *Treatise on Basic Philosophy*, 8 vols. Dordrecht, Holland/Boston, Reidel-Kluwer.

----- . 1978. *Filosofía de la física*. Barcelona: Ariel.

----- . 1998a. *Philosophy of Science*, 2 vols. New Brunswick, N.J., Transaction Publishers.

----- . 1998b. *Social Science under Debate*. Toronto. University of Toronto Press.

----- . 2004. "The pseudoscience concept, dispensable in professional practice, is required to evaluate research projects". *The Scientific Review of Mental Health Practice* 2: 111-114.

----- . 2006. *Chasing Reality: Strife over Realism*. Toronto, University of Toronto Press.

Flew, Antony (ed.). 1987. *Reading in the Philosophical Problems of Parapsychology*. Amherst, N.Y., Prometheus Books.

"French psychoflap". 2005. *Science* 307: 1197.

Friedman, Milton. 1991. "Old wine in new bottles". *Economic Journal* 101: 33-40.

Gardner, Martin. 1983. *Science: Good, Bad, and Bogus*. Oxford, Oxford University Press.

Kurtz, Paul. 2001. *Skeptical Odysseys*. Amherst, N.Y., Prometheus Books.

Kurtz, Paul (Ed.). 1985. *A Skeptic's Handbook of Parapsychology*, Amherst, N.Y., Prometheus Books.

Mahner, Martin. 2001. (Ed.) *Scientific Realism: Selected Essays of Mario Bunge*. Amherst, N.Y., Prometheus Books.

Mahner, Martín y Mario Bunge. 1996. "Is religion education compatible with science education?" *Science & Education* 5: 101- 123.

Martínez, Tomás Eloy. 1989. *La novela de Perón*. Madrid, Alianza Editorial.

Merton, Robert K. 1973. *The Sociology of Science*. Chicago, University of Chicago Press.

Morris, J. S. Ohman A. y Dolan R. J., 1998. "Conscious and unconscious emotional learning in the human amygdala". *Nature* 393: 467-470.

Randi, James. 1982. *Flim-Flam!* Arnherst, N.Y., Prometheus Books.

Schelling, Thomas C. 1978. *Micromotives and Macrobehavior*. Nueva York. W.YV. Norton.

Vaughan, Susan C; Marshall, Randall P; McKinnon, Roger A.; Vaughan. Roger; Mellman, Lisa y Roose, Steven P, 2000. "Can we do psychoanalytic outcome research? A feasibility study. *The International Journal of Psychoanalysis* 81: 513-527.

Wolpert, Lewis. 1992. *The Unnatural Nature of Science*. Londres, Faber & Faber.

CORRESPONDENCIA, ANALOGÍA, COMPLEMENTARIEDAD, SUPERPOSICIÓN Y REALISMO* HOMENAJE A NIELS BOHR [1885-1962]

Se examinan las contribuciones de Bohr que presentan mayor interés general. Se empieza por formular y analizar el principio de correspondencia y se señalan sus límites. Luego se analiza la tesis bohriana de que la mecánica cuántica debe interpretarse por analogía con la física clásica, hallándosela insatisfactoria. En tercer lugar se examina el llamado principio de complementariedad, dudándose que haya sido formulado de manera general. Luego se enuncia y analiza el principio de superposición, juzgándose que involucra una revolución en la manera de comprender las propiedades físicas. Finalmente esta nueva concepción se distingue del realismo gnoseológico y se averigua si éste ha sido refutado por la teoría cuántica.

Niels Bohr fue uno de los principales arquitectos de la física atómica moderna. Le debemos, entre otras contribuciones, la primitiva mecánica cuántica (luego superada por la moderna), un cálculo de las indeterminaciones de las intensidades del campo electromagnético (en colaboración con Leon Rosenfeld), el modelo de la gota del núcleo atómico (en colaboración con John Archibald Wheeler), los principios de correspondencia, complementariedad y superposición y, sobre todo, la interpretación estándar (o de Copenhague) de la teoría cuántica. Aquí nos ocuparemos solamente de las cuatro últimas contribuciones, que son las más discutidas y las de mayor interés general.

* Publicado en *Arbor*, octubre 1985, N° 478, Tomo CXXII.

1. El principio de correspondencia

Bohr fue quizá el primero en enunciar explícitamente un principio que él mismo, Einstein y otros emplearon en el curso de la construcción de nuevas teorías físicas: el de correspondencia. Una formulación posible de este principio es ésta: «Sean T_1 y T_2 dos teorías científicas rivales, es decir, que dan cuenta de (describen, explican o predicen) un dominio de hechos (la clase de referencia común a ambas) de maneras diferentes. Además, supongamos que T_1 represente adecuadamente (es decir, en forma aproximadamente verdadera) un subconjunto propio de dicho dominio. Entonces T_2 será *preferible* a T_1 , si, y sólo si, (a) T_2 se reduce a T_1 para dicho subconjunto, y (b) T_2 da cuenta mejor que T_1 de los hechos que rebasan dicho subconjunto. Dicho más brevemente: T_1 debe ser un caso límite de T_2 , y ésta debe valer donde T_1 fracasa».

El solo enunciado de este principio suscita por lo menos tres problemas: ¿es posible formularlo con mayor precisión?, ¿qué alcance y uso tiene? y ¿cuál es su *status* metodológico? La primera pregunta puede responderse afirmativamente: para cada par dado de teorías es posible formular el principio con mayor precisión, haciendo referencia explícita a relaciones entre parámetros, que hacen que una teoría sea un caso límite de otra. Por ejemplo, para el par < mecánica clásica, mecánica relativista >, el «límite» no relativista se obtiene para velocidades del móvil pequeñas comparadas con la velocidad de la luz en el vacío. Y para el par < física clásica, física cuántica >, el «límite» clásico se obtiene para grandes números cuánticos o, si se prefiere, para valores de la acción total del sistema muy grandes comparados con la constante de Planck h .

Pero hay casos más complicados, en los que hay «límites» diferentes de una misma teoría, según que se considere un grupo u otro de parámetros. Por ejemplo, la teoría einsteiniana de la gravitación tiene dos «límites» clásicos diferentes, uno para pequeñas velocidades y otro para campos gravitatorios débiles (o pequeñas curvaturas

del espacio-tiempo). En estos casos se impone generalizar la definición dada más arriba a una terna o una n-tupla de teorías rivales. Aunque sabemos cómo tratar cada uno de estos casos más complicados (Bunge, 1973), aún no disponemos de una formulación completamente general y exacta del principio de correspondencia.

¿Cuál es el alcance y el uso de principio de correspondencia? Bohr le atribuyó alcance y utilidad exagerados: creyó que era una segura guía para la construcción de nuevas teorías. En particular, creyó que la aplicación del principio a un hamiltoniano clásico daría automáticamente como resultado el correspondiente hamiltoniano cuántico. (El hamiltoniano de un objeto físico es la función o el operador que representa la energía total del objeto. Es una propiedad fundamental de la que se deducen otras propiedades, por ejemplo la fuerza que actúa sobre el objeto.) La fe de Bohr en el principio parece haber sido tan grande, que se le atribuye el haber enunciado la máxima: «Escríbeme el hamiltoniano de tu abuela y lo cuantificaré usando tan sólo el principio de correspondencia». (Comunicación personal del finado Werner Brandt.)

No cabe duda acerca del gran valor heurístico del principio de correspondencia. Pero tampoco puede dudarse de que tiene un alcance limitado. Mencionaremos dos limitaciones, la primera menor y la segunda grave. La primera es ésta: si en un hamiltoniano clásico figura el producto de dos funciones A y B, la expresión cuántica correspondiente no se obtiene escribiendo $\hat{A}\hat{B}$, donde ahora $\hat{A}$ y $\hat{B}$ son los correspondientes operadores, sino la expresión simetrizada $\frac{1}{2}(\hat{A}\hat{B} + \hat{B}\hat{A})$. (En casos más complicados intervienen muchos más términos, lo que puede dificultar enormemente la interpretación física.) Segunda: la teoría cuántica conoce propiedades que carecen de análogo clásico, o cuyo análogo clásico es puramente formal, o sea, sin contraparte en la realidad. Ejemplos: paridad, helicidad, extrañeza, spin isotópico, número bariónico, e incluso spin. Cuando un ente físico tiene alguna de estas propiedades, el principio de correspondencia no se aplica. En estos casos no hay tránsito de la teoría clásica a su análogo cuántico,

ni hay «límite» clásico de la teoría cuántica que no sea una grosera caricatura.

Nuestra tercera y última cuestión concierne al *status* metodológico del principio. Puesto que se refiere en forma inmediata a pares (o n-tuplas) de teorías, es un principio metateórico, no teórico. Pero, a diferencia de otros enunciados metateóricos, también es un principio heurístico de utilidad para construir algunas teorías y para ponerlas a prueba. No obstante, a veces se ha afirmado, sin análisis previo, que el principio de correspondencia es un postulado de la teoría cuántica. En particular, Feyerabend (1968) cometió este error. Se lo habría ahorrado si se hubiese tomado la molestia de axiomatizar la mecánica cuántica en lugar de afirmar dogmáticamente que quienes emprenden tal tarea incurren en escolástica (*loc. cit.*).

2. La interpretación por analogía

Bohr sostuvo que la interpretación correcta de la física cuántica debía hacerse por analogía con la clásica, en particular por analogía con la mecánica clásica de las partículas y con la teoría clásica de los campos de ondas. Acaso era inevitable que la física cuántica fuese interpretada inicialmente en términos clásicos, ya que nuestra primera reacción ante lo nuevo es intentar reducirlo a lo viejo. Algo similar ocurrió con la teoría clásica del campo electromagnético: el propio Maxwell, bajo la presión del mecanismo a la moda en su tiempo, intentó infructuosamente entender el campo en función de mecanismos mecánicos. Y al fin de cuentas los trabajos de De Broglie y Schrödinger, que fundaron la mecánica ondulatoria, se inspiraron en parte en la analogía óptico-mecánica sugerida por la ecuación de Hamilton-Jacobi y por la forma matemática de las nuevas ecuaciones. Todavía hay libros de texto de mecánica cuántica que comienzan con esta analogía, a fin de que el alumno pase sin dolor (aunque también sin comprensión) de la física clásica a la cuántica.

Es posible que, en el caso de Bohr, haya habido otras tres fuentes de su propuesta de interpretar lo cuántico en función de lo clásico. Primera: su entusiasmo por el principio de correspondencia, el que, en su forma inicial, exigía que hubiese un isomorfismo entre lo nuevo y lo viejo. Segunda: su aceptación tácita del principio positivista de verificación, también llamado postulado operacionista (Este principio, formulado originariamente por Frege, y adoptado por el Círculo de Viena, así como por numerosos científicos de la generación de Bohr, es la tesis de que el significado de una proposición consiste en la manera de ponerla a prueba. Dicho más brevemente, los criterios de verdad son fuentes de significado).

Hay una tercera fuente de la tesis de Bohr sobre el papel semántico de las analogías clásicas, a saber, su semi-inductivismo. En efecto, Bohr creía que algunas de las fórmulas clave de la teoría cuántica podían obtenerse directamente de análisis de experimentos cruciales, ya reales, ya imaginarios. Por ejemplo, en su célebre discusión con Einstein, Bohr (1949) imaginó un complicado experimento para medir al mismo tiempo la energía y el tiempo, y «deducir» así, a partir de los presuntos datos, su cuarta «relación de incertidumbre» (o sea, $\Delta E \cdot \Delta t \geq h/4\pi$, donde ΔE y Δt son las varianzas de la energía y del tiempo respectivamente). Bohr no había reparado en que, en la teoría estándar, el tiempo tiene varianza nula, por lo cual la presunta fórmula no forma parte de la teoría (Bunge, 1970).

Sean cuales fueren las fuentes de la tesis de Bohr sobre el papel de la analogía, fue aceptada casi unánimemente por la comunidad física. La consecuencia fue un montón de contradicciones y paradojas. Por ejemplo, se habla de la difracción e interferencia de partículas. Y se afirma que la mecánica cuántica presupone la física clásica porque ésta describe los dispositivos experimentales en términos de los cuales es preciso interpretar la primera. Pero al mismo tiempo se afirma que la mecánica clásica se deduce de la cuántica, como lo muestran los teoremas de Ehrenfest, y como lo exige el principio de correspondencia.

En verdad, la analogía de la mecánica cuántica con la mecánica clásica de las partículas es meramente formal: se limita a una similitud tipográfica entre los hamiltonianos correspondientes (El término $-(\hbar/4\pi m)^2 \nabla^2$ que figura en la ecuación de estado puede escribirse en la forma $p^2/2m$ si se llama p a $-\hbar(2\pi)\nabla$). La analogía con la mecánica clásica de los cuerpos extensos, tal como la cuerda vibrante, es algo más profunda, porque ambas teorías presuponen continuos y en ambas hay ecuaciones de ondas y números cuánticos. Pero mientras las ondas mecánicas son reales, las cuánticas se interpretan como amplitudes de probabilidad. Por ejemplo, la función de estado (o de onda) que representa una «partícula» encerrada en una caja se parece formalmente a una onda estacionaria en un violín. Pero, mientras en ésta hay movimiento (transversal), en el caso cuántico no lo hay, ya que la velocidad cuántica promedio es nula. La analogía es, pues, superficial. Siendo así, no se justifica interpretar la nueva «mecánica» por analogías clásicas, o sea, como si describiese entes clásicos (p. e. partículas y ondas).

La física cuántica da cuenta de propiedades físicas e incluso entes físicos desconocidos por la física clásica, tales como átomos estables, fotones, y ligaduras covalentes. Por este motivo es preciso abandonar las analogías clásicas y ensayar una interpretación literal, no metafórica, de la nueva teoría. Más aún, puesto que ésta representa entes *sui generis*, se ha propuesto que no se les siga llamando «partículas», sino que se les llame cuantones (Bunge, 1967 b; Lévy-Leblond y Balibar, 1984). En cambio, los entes representados satisfactoriamente por la física clásica pueden llamarse clasones.

La reinterpretación literal de la teoría cuántica tiene no sólo interés técnico, por contribuir a aclarar ciertas paradojas, sino también interés filosófico. En efecto, la escuela de Copenhague exige que toda fórmula de la teoría cuántica se lea (interprete) en función de dispositivos experimentales macrofísicos, por sostener que sólo tienen sentido las proposiciones referentes a situaciones experimentales, que son las posibles de ser contrastadas directamente con los

datos experimentales. Esto implica que la *existencia* misma (no sólo la observación) de los entes y procesos cuánticos depende del observador: que no hay hechos cuánticos sin sujeto cognoscente. Por eso Bohr (1936) sostenía que debemos abandonar la noción misma de «atributos autónomos del objeto» (*selbständige Attribute des Objektes*), y reemplazarla por la de propiedad mutua del objeto y del sujeto.

La tentativa de interpretar la teoría cuántica en función de analogías clásicas está, pues, estrechamente ligada al fenomenismo —y por consiguiente al semisubjetivismo— inherente en la escuela de Copenhague. Si se abandona el analogismo de Bohr se abandona también el semisubjetivismo asociado al primero y con ello se recupera el realismo gnoseológico característico de la física clásica. Dicho más brevemente: la teoría cuántica puede interpretarse en forma realista a condición de que se deje de lado el clasicismo. (Para una interpretación realista de la mecánica cuántica, véase Bunge, 1967, 1973. 1983, 1985 a.) Volveremos a este tema en el § 4.

3. Complementariedad

El principio de complementariedad es supuestamente una generalización de las desigualdades de Heisenberg, en el que figuran las varianzas (o desviaciones estándar medias) de ciertos pares de propiedades dinámicas, tales como la posición y la velocidad. La forma general de estas desigualdades, para un par (A, B) de variables relacionadas entre sí por una fórmula de la forma « $AB - BA = iC$ », donde C es un operador o un número, es

$$\Delta A \cdot \Delta B \geq \frac{1}{2} | \langle C \rangle | \quad [1]$$

Donde ΔA designa la varianza de A , y $| \langle C \rangle |$ es un número real positivo característico del par (A, B) . Por ejemplo, para las componentes del momento angular se deducen

$$\Delta L_x \cdot \Delta L_y \geq (\hbar/4\pi) | \langle L_z \rangle | \quad [2]$$

y otras dos desigualdades parecidas, donde $\langle L_z \rangle$ es el promedio de L_z .

Una interpretación literal de estas desigualdades es: «Cuanto mayor es la varianza (o dispersión o latitud) de A , tanto menor es la varianza de B , y recíprocamente». O bien: «Cuanto más borrosa (o dispersa) esté A , tanto menos borrosa está B , y recíprocamente». En términos de Bohr, A y B son mutuamente *complementarias*.

En rigor, ésta no es la interpretación ortodoxa. Según Bohr (1934, 1936), Frank (1936, 1938) y otros, los complementarios son los dispositivos de medición, no las propiedades de las cosas en sí. Pero aquí no nos interesa tanto defender nuestra interpretación estrictamente objetiva de dichas desigualdades, como recordar el hecho de que hay pares de variables que las satisfacen, y que las desigualdades sugieren que lo que gana en precisión una variable lo pierde su compañera.

Bohr creía que estas desigualdades son ubicuas: que se presentan en todas las ciencias, aun allí donde los conceptos relevantes no han sido matematizados. Llamó a este principio general *principio de complementariedad* y parece haber creído que éste, y no otro, es el aporte que le aseguró la inmortalidad. Entre los ejemplos de pares complementarios mencionados por Bohr figuran éstos: en biología, el par (mecanicismo, vitalismo), y en ciencias sociales, el par (soberanía nacional, paz mundial). Hasta se cuenta que, cuando le preguntaron cuál es la variable complementaria de la verdad, contestó que era la claridad (Recuérdese que Bohr había sufrido una fuerte influencia del teólogo y periodista existencialista Soren Kierkegaard).

Desde luego, ni Bohr ni ningún otro logró dar una formulación precisa del célebre principio, más allá de la fórmula [1], que no es un principio (axioma) sino un teorema de la mecánica cuántica. Puesto que el principio general no ha sido enunciado, no existe. Y puesto que no existe, no tiene sentido preguntarse cuál es su *status* metodológico ni su valor heurístico o práctico. Es, más que nada, un indicador de la nebulosa conceptual que solía llamarse «espíritu de Copenhague». Así y todo, esta nebulosa tiene una relación sutil con el principio profundo y revolucionario al que dedicaremos el próximo apartado.

4. Principio de superposición

El principio de superposición de la mecánica cuántica puede entenderse de dos maneras, una trivial y la otra profunda. La primera es ésta: puesto que la teoría es lineal, toda combinación lineal (superposición) de dos o más estados posibles de un cuantón también es un estado posible del mismo. Bohr fue mucho más allá de esta observación, que no es sino un metateorema elemental de la mecánica cuántica. Desgraciadamente, en ninguna de sus numerosas referencias al principio de superposición lo enunció con claridad. Intentemos aclararlo.

Pensemos nuevamente en las fórmulas de complementariedad, de la forma $\Delta A \cdot \Delta B \geq \frac{1}{2} | \langle C \rangle |$. Evidentemente, los casos de varianza nula o infinita de A o de B son casos muy extremos. En general ambas varianzas son números finitos positivos. Esto quiere decir que, en general, las propiedades dinámicas de un cuantón no tienen valores precisos o agudos (*scharf, sharp*). En general los valores de las variables dinámicas son intervalos numéricos. O sea, en general las propiedades dinámicas son borrosas (*fuzzy*).

Dicho de otra manera, en general el estado ψ en que se encuentra un cuantón no es igual al autoestado de un algún operador, tal como el hamiltoniano del cuantón, sino que es una combinación de autoestados de alguna variable dinámica. En el caso más sencillo, que es el del spin del electrón, el operador del mismo tiene sólo dos autovalores, $\frac{1}{2}$ y $-\frac{1}{2}$, y sus autoestados correspondientes, que llamaremos $\downarrow$ y $\uparrow$, respectivamente. Por consiguiente, en general el electrón estará en un estado de la forma

$$\Psi = a \uparrow + b \downarrow, \text{ donde } |a|^2 + |b|^2 = 1.$$

Es decir, en general el electrón no tiene spin $1/2$ ni $-1/2$, sino una distribución de valores comprendidos entre éstos. (Analogía óptica: polarización elíptica.) No se trata de que el electrón tiene en todo momento un spin $1/2$ o $-1/2$, sólo que no lo conocemos: simplemente, su spin es borroso.

Pero en cuanto medimos el spin del electrón, p. e. forzando a éste a pasar por un campo magnético inhomogéneo (tal como el de un interferómetro de Stern-Gerlach), su spin se orienta, sea en el sentido del campo, sea en el opuesto, con igual probabilidad. Por este motivo la escuela de Copenhague sostiene que las variables dinámicas carecen de valores precisos mientras no sean medidas, y que los que les asignan tales propiedades son los dispositivos de medición. (Nada se dice en cambio acerca de la masa, la carga eléctrica y otras propiedades que, según la teoría estándar, tienen valores precisos en todo momento.)

En otras palabras, las propiedades dinámicas *clásicas*, tales como una posición puntual, una trayectoria rectilínea, o un momento angular preciso, son potencialidades que, según la escuela de Copenhague, sólo se actualizan gracias al proceso de medición. La probabilidad de tal actualización es igual al cuadrado del coeficiente del autoestado del «observable» que se mide, en el desarrollo (superposición) de la función de estado. En el caso del spin, las probabilidades son $|a|^2$ y $|b|^2$. Margenau (1950) escribía acerca de «observables latentes». En nuestra opinión los que son latentes o potenciales son los valores exactos o autovalores de las variables dinámicas, porque se pueden realizar en circunstancias excepcionales, ya experimentales, ya naturales.

La interpretación que acaba de exponerse tiene un componente verdadero: que en general las variables dinámicas tienen intervalos de valores (aunque no todos los miembros del intervalo son igualmente probables) en lugar de valores precisos. Y tiene un componente falso: que sólo un experimentador puede transformar la potencia en acto. De hecho también la naturaleza puede hacer este truco, dándonos, p. e., haces monocromáticos de luz o de «partículas».

El componente verdadero de la tesis de Bohr se opone a la *tesis clasicista* según la cual toda propiedad física tiene, en todo instante, un valor preciso o «agudo». Esta tesis clasicista fue formulada explícitamente por Einstein, Podolsky y Rosen (1935) en su famosa crítica a la mecánica cuántica y, en particular, a la escuela de Copenhague. Esos autores

daban por sentado (por evidente) precisamente lo que niega la mecánica cuántica, y por este motivo creían que la teoría es incompleta y que las probabilidades que contiene no son sino sustitutos temporarios del conocimiento completo al que debiéramos aspirar.

Desgraciadamente, Einstein y sus colaboradores no sólo aceptaron sin crítica el principio clasicista, sino que también afirmaron que éste era el núcleo del realismo gnoseológico. Por este motivo propugnaron librar a la física del semi-subjetivismo de Bohr, y reemplazar la mecánica cuántica por una teoría de «variables ocultas», o sea, funciones que en todo instante poseen valores precisos y varianza nula. Experimentos recientes (p. e. el de Aspect *et al.*, 1981) han dado al traste con las teorías de este tipo. Pero, como se verá enseguida, han dejado incólume el realismo (objetivismo) que exigía Einstein.

5. Realismo

Medio siglo después de la memorable polémica entre Bohr y Einstein estamos en situación de advertir que la mecánica cuántica no nos obliga a renunciar al realismo, pero sí al dogma clasicista. Es posible sostener una gnoseología realista que conserve la tesis de la realidad independiente (autónoma) del mundo exterior, pero rechaza la tesis clasicista de que todas las propiedades de un cuantón son «agudas» o, lo que es lo mismo, que los cuantones están normalmente en autoestados de sus variables dinámicas (Bunge, 1979, 1985 a, 1985 b).

El realismo que propugnamos se conforma a la mecánica cuántica, al no pronunciarse sobre los valores de cualesquiera propiedades físicas. Esto deja la puerta abierta a la admisión de que algunas propiedades de los cuantones (las representadas por variables dinámicas) no tienen valores precisos sino borrosos la mayor parte del tiempo. Sin embargo, *pueden adquirir* valores precisos («bien definidos» o «agudos») en el curso de sus interacciones con otros cuantones o con objetos macrofísicos, en particular aparatos

de medición diseñados para causar tales contracciones o colapsos de las funciones de estado. Por ejemplo, cuando un haz de fotones, o de electrones, atraviesa un polarizador adecuado, se polariza en algún grado (quizá totalmente).

Considérese el caso de las tres componentes del momento angular de un átomo.

En razón de [2] nunca pueden adquirir simultáneamente valores precisos. (Por consiguiente, L no es un vector propiamente dicho). Cuando una de ellas adquiere un valor preciso, las otras dos permanecen borrosas, aunque de modo tal que el momento angular total se conserva. Según esta interpretación realista pero no clásica, no es que el momento angular posea un valor preciso en todo instante sólo que no lo conocemos porque no lo hemos medido o porque los aparatos de medición que miden una componente causan la dispersión de las otras componentes. Tampoco es verdad que el momento angular carezca de valor mientras no lo midamos. En todo momento tienen una distribución de probabilidad bien precisa, que en el caso del cuantón libre, o del cuantón en un campo central, es la misma que la función de estado ψ del cuantón. Y la medición, o algún otro proceso puramente físico, tiene el efecto de angostar la distribución de la componente que se mide a costa de un ensanchamiento de las distribuciones de las otras dos componentes. Este es un proceso objetivo, que ocurre en la naturaleza aun en ausencia de observadores. Por ser tan objetivo como legal, no es lícito llamar «incertidumbres» a las varianzas en juego.

Desgraciadamente, D'Espagnat (1979) y otros aceptaron y difundieron la confusión de Einstein entre la tesis clasicista y la realista. A consecuencia de ello, los propios autores del más sensacional de los experimentos que refutaron las teorías de variables ocultas (Aspect *et al.*, 1981) creyeron que habían refutado el realismo. Afortunadamente, Weisskopf (1980) salió en defensa del realismo gnoseológico, criticando a D'Espagnat por haber utilizado una definición demasiado restrictiva de «realismo», a saber, la creencia en la aplicabilidad universal de los conceptos

clásicos. Y afirmó que «Las ideas de la mecánica cuántica no contienen razón alguna para abandonar el concepto de una realidad independiente del observador. Al contrario, sin la existencia de estados cuánticos no podríamos explicar las propiedades específicas de los elementos, la estructura de las moléculas y la existencia de la vida». En resumen, la realidad que vosotros matáis, señores subjetivistas, goza de buena salud. (Para detalles sobre la polémica contemporánea en torno al realismo gnoseológico, véase Bunge, 1985 b.)

Conclusión

Todos concuerdan en afirmar que Bohr fue uno de los máximos científicos de todos los siglos. Lo que a veces está en discusión es el valor relativo de sus aportes. Por ejemplo, el propio Bohr creía que su máxima contribución había sido el principio de complementariedad, que, como vimos, ni siquiera existe. En cambio, los físicos que acudían en peregrinación a su instituto, que se referían a Copenhague como la Meca de la física cuántica, y que hablaban del «espíritu de Copenhague» casi como los cristianos hablan del Espíritu Santo, valoraban su aporte de manera distinta. Ellos creían que el máximo aporte de Bohr fue la interpretación estándar de la teoría cuántica en términos de experimentos reales e imaginarios así como por analogía con la física clásica.

A la distancia puede afirmarse que las principales aportaciones positivas de Bohr, aparte de sus notables trabajos estrictamente técnicos, no son las que se acaba de mencionar. Estas han sido efímeras, han retardado la comprensión correcta de la nueva teoría, y han reforzado la filosofía fenomenista y por tanto semisubjetivista, que es incompatible con el realismo científico.

En opinión del autor las principales contribuciones constructivas de Bohr, aparte de las puramente técnicas, han sido el principio de correspondencia y el reemplazo del prejuicio clasicista acerca de las propiedades por la tesis de que, en general, éstas son borrosas. O, lo que es lo mismo,

debemos tomar muy en serio el principio de superposición —que en toda justicia debiéramos llamar el *principio de Bohr*— según el cual, en general, un cuantón está en un estado que es una combinación lineal de autoestados de alguna variable dinámica. De lo contrario, no es posible disolver la (pseudo) paradoja de Einstein-Podolsky-Rosen (Bunge, 1984) ni la (pseudo) paradoja de Zenón cuántica (Bunge y Kálnay, 1983).

Bohr estaba convencido de que la teoría cuántica involucra una revolución gnoseológica: que había reemplazado la estricta distinción entre el sujeto cognoscente y el objeto de estudio por la unidad de los mismos, de modo que la física había cesado de estudiar cosas en sí. En rigor no hubo tal cosa: la física cuántica, entendida correctamente, es tan realista como la clásica.

La auténtica revolución filosófica operada por la teoría cuántica no fue gnoseológica sino ontológica, por afectar profundamente nuestras ideas acerca de las propiedades de los entes básicos. No es que éstos carezcan de propiedades mientras no los observamos, sino que algunas de sus propiedades (no todas) son borrosas. En particular, los cuantones no están localizados puntualmente, carecen de forma geométrica propia (independiente de su entorno) y no tienen velocidades (ni, por ende, energías) precisas en todo instante. Al nivel cuántico la naturaleza sigue siendo tan legal y real como antes de la revolución cuántica, pero ahora hemos aprendido que es borrosa. El haberlo reconocido así, aunque en forma característicamente confusa, fue gran mérito de Niels Bohr.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aspect, A., P. Grangier y G. Roger (1981) “Experimental test of realistic local theories via Bell’s theorem”. *Phys. Rev. Letters*, 47: 460-463.

Bohr, N. (1934) *Atomic Theory and the Description of Nature*. Cambridge, Cambridge University Press.

----- (1935) "Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?" *Phys. Rev.*, 48: 696-702.

----- (1949) Discussion with Einstein on epistemological problems in atomic physics. En *Schilpp*, P. A., compil., pp. 199-241.

Bunge, M. (1967 a) *Foundations of Physics*. Berlin-Heidelberg-New York, Springer.

----- (1967 b) "Analogy in quantum mechanics: from insight to nonsense". *Brit. J. Phil. Sci.*, 18: 265-286.

----- (1975) "The so-called fourth indeterminacy relation". *Can. J. Phys.*, 48: 1410-1411.

----- (1973) *Philosophy of Physics*. Dordrecht, Reidel. Hay traducciones francesa (1974) y rusa (1974) así como castellana: *Filosofía de la física* (Barcelona, Ariel, 1978).

----- (1979) "The Einstein-Bohr debate over quantum mechanics: who was right about what?" *Lecture Notes in Physics*, 100:204-219.

----- (1983) *Controversia en física*. Madrid, Tecnos.

----- (1984) "Hidden variables, separability, and realism". *Re.Brasil. Fís.*, vol. especial os 70 anos de Mario Schönber, 150-168.

----- (1985 a) *Treatise on Basic Philosophy*, 7.º tomo: *Philosophy of Science and Technology*. Dordrecht-Boston, Reidel.

----- (1985 b) *Racionalidad y realismo*. Madrid, Alianza Editorial.

Bunge, M., y A.J Kálnay (1983) "Solution to two paradoxes in the quantum theory of unstable systems". *Nuovo Cimento*, 77B: 1-9.

D'Espagnat, B. (1979) The quantum theory and reality. *Scientific American*, 241, N.º. 5: 158-181.

Einstein, A.; B. Podolsky y N. Rosen (1935) Can quantum-mechanical description of reality be considered complete? *Phys. Rev.*, 47: 777-780.

Feyerabend, P. K. (1968) "On a recent critique of complementarity". *Phil. Sci.*, 35: 309-331.

Frank, P. (1936) Philosophische Deutungen und Missdeutungen der Quantentheorie. *Erkenntnis*, 6: 303-317.

----- (1938) *Interpretation and Misinterpretations of Modern Physics*. Paris, Hermann.

Lévy-Leblond, J.-M., y F. Balibar (1984) *Quantique*. Paris, Inter Editions.

Margenau, H. (1950) *The Nature of Physical Reality*. New York, McGraw-Hill.

Schilpp, P. A., (compil.), (1949) *Albert Einstein, Philosopher-Scientist*. Evanston, III, The Library of Living Philosophers.

Weisskopf, V. F. (1980) Carta a *Scientific American*, 242, N°. 5, p. 8.

LA LÓGICA INDUCTIVA ES INÚTIL. RESPUESTA A ALEJANDRO CASSINI*

Alejandro Cassini (2002) comparte mis críticas a la lógica inductiva tradicional o ingenua, que yo analicé en varias publicaciones (p. e. Bunge 2000). Pero me critica por haber ignorado la lógica inductiva bayesiana, centrada en el concepto de probabilidad de una proposición, que desarrollan De Finetti, Jeffreys, Février, Good, Savage y Lindley.

El atractivo de cualquier teoría probabilista es que es exacta, puesto que emplea una teoría matemática muy rica y fecunda. Pero el que tenga contenido y sea fecunda o estéril depende de la interpretación de que sea objeto. Es sabido que el cálculo de probabilidades se usa con éxito en casi todas las ciencias fácticas, desde la física y la biología hasta la psicología y la sociología, así como en la ingeniería. En todos estos campos lo que se calcula o mide es la probabilidad de estados o de cambios de estado (sucesos), no de proposiciones.

En todas las ciencias fácticas y técnicas la probabilidad de un hecho se considera una propiedad objetiva del hecho, tanto como la masa de un cuerpo o el volumen de ventas de

En *Revista Latinoamericana de Filosofía*, Primavera 2002, Vol XXVIII N   2, pp. 339 - 342.

una empresa. La propiedad consiste en la posibilidad real de un hecho aleatorio. En otras palabras, los científicos usan tácitamente la interpretación realista de la probabilidad, adoptada explícitamente por Poisson, Poincaré, Smoluchovsky, Fréchet, Bunge, Popper y otros (v. Du Pasquier 1926, Fréchet 1955, Agazzi 1988).

Ninguna teoría científica calcula o mide la probabilidad o el grado de confirmación de sus propias hipótesis o datos. Un científico se sorprendería si se le preguntase, p. e., cuál es la probabilidad $P(h/e)$ de la hipótesis h dado el dato e que acaba de obtener. No sabría cómo asignar tal número. Y no lo sabe porque la lógica inductiva no contiene reglas para efectuar tal asignación. ¿Será por este motivo que Cassini no nos informa, por ejemplo, sobre la probabilidad de la hipótesis que afirma existencia de bosones Higgs, o la probabilidad de que una copa diaria de vino aleje el peligro de contraer la enfermedad de Alzheimer, o la probabilidad de que Argentina salga de la crisis actual dentro del siglo?

Perdón, no debí ser tan exigente. Me conformaré con que me digan cuál es la probabilidad de viejos conocidos, tales como la segunda ley de Newton, la segunda ley de la termodinámica, las ecuaciones de Maxwell, o la ecuación de Schrödinger. Y quedaría muy agradecido a quien me explicara qué significa la expresión “la probabilidad de p ” y cómo se relaciona con esta otra, que es la única que interesa en las ciencias que frecuento: “el grado de verdad de p a la luz de la evidencia empírica existente y de las teorías pertinentes a p ”. ¿O será que, como dijera Du Pasquier (1926: 197), la expresión de marras es “un montón de palabras carentes de sentido”?

En resumen, la teoría matemática general de las probabilidades no especifica los valores de las funciones de probabilidad (por definición de “general”). Pero esos valores aparecen en las aplicaciones de la teoría, ya que, desde el punto de vista instrumental, ésta es una herramienta para calcular probabilidades a partir de otras probabilidades.

Puesto que la lógica inductiva no contiene reglas o criterios para evaluar las probabilidades básicas, tales como

$P(h)$ y $P(e)$, en forma no arbitraria, no es una aplicación *bona fide* del cálculo de probabilidades. Sirve para llenar páginas de fórmulas. Ningún científico o técnico la ha usado jamás para evaluar ideas científicas o técnicas.

Para evaluar hipótesis, los científicos y técnicos usan nociones tales como, la de error accidental y el criterio X^2 (chi al cuadrado). Por ejemplo, dicen que una hipótesis numérica de la forma " $M(a) = n$ " ha sido confirmada por el dato empírico "Medición de $M(a) = b \pm \sigma$ " es verdadera a menos del error σ , si la diferencia entre a y b , en valor absoluto, es menor que σ . Y dicen de una función o curva de interpolación que se ajusta adecuadamente a los datos si aprueba el test X^2 (o sea, si esta cantidad es pequeña).

El cálculo de errores fue fundado por el gigantesco Gauss a comienzos del siglo XIX; y el matemático y filósofo Karl Pearson inventó el test X^2 a fines del mismo siglo. Sin embargo, ninguno de esos conceptos forma parte de la lógica inductiva, que pretende pronunciarse sobre el grado de confirmación de teorías (no sólo de hipótesis). Tampoco figuran esos conceptos clave en los escritos de la escuela popperiana. ¿Se podrá estimar la probabilidad de que unos y otros se den por enterados, dentro del siglo actual, de esos viejos caballos de batalla de la estadística matemática?

Hay más: la lógica inductiva no sólo es inútil, sino que sufre gravísimas paradojas. Algunas de éstas son tan conocidas, que figuran en mi *Diccionario de filosofía* (Bunge 1999). Otra es el popular Problema de Monty Hall: hay tres puertas cerradas; detrás de una ella se ha colocado un premio; se pregunta cuál es la probabilidad de ganar el premio al abrir una de las puertas. El subjetivista responde confiado: $1/3$. El realista objeta que no tiene sentido pensar en probabilidades, porque el premio ya ha sido ubicado detrás de una de las puertas: no ha habido azar. Si es consecuente, el realista se niega a participar del juego.

Sin azar no hay probabilidades objetivas. Y si una probabilidad es subjetiva, entonces no tiene cabida en la ciencia, excepto como objeto de estudio psicológico. Más aun, si las "probabilidades" son subjetivas, o grados de

creencia, entonces no satisfacen los postulados del cálculo de probabilidades. Esto lo mostraron hace tiempo el psicólogo experimental Daniel Kahneman (premio Nobel 2002) y sus colaboradores (Kahneman, Slovic y Tversky 1992). En otras palabras, contrariamente a lo que exige la lógica inductiva, los grados de creencia de una persona de carne y hueso no constituyen un sistema coherente. Cassini no cita este importante resultado de la sicología experimental, que muestra que la lógica inductiva no sólo es inútil, sino también falsa.

Termino con una confesión. También yo caí en la lógica inductiva centrada en el concepto de probabilidad, la que había aprendido de los tratados de Jeffreys, de Finetti, von Wright, y otros. Incluso escribí un artículo (Bunge 1960), lleno de fórmulas bayesianas, del que ahora me ruborizo purpúreamente. Mi entusiasmo se evaporó poco después cuando, conversando con von Wright, me contó que él y los demás consideraban la lógica inductiva como una disciplina *a priori* que no recurría a dato empírico alguno para estimar la probabilidad de las hipótesis. Me di cuenta entonces de que la lógica inductiva es un ejemplo de lo que Einstein llamaba despectivamente acrobacia intelectual. El mismo juicio me inspiran los trabajos de Popper y sus seguidores en los que interviene la noción de improbabilidad de las hipótesis. Todo eso sirve a lo sumo, como decía Hilbert, para conseguir ascensos. La filosofía contemporánea está llena de industrias académicas semejantes. Por esto está en crisis (Bunge 2002).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agazzi, Evandro, (compil.), (1988) *Probability in the Sciences*. Dordrecht- Boston: Reidel [Kluwer].

Bunge, Mario (1960) Probabilidad e inducción. *Ciencia y Técnica* [órgano del Centro de Estudiantes de Ingeniería de la UBA] 129: 240.

-----, (1999) *Diccionario de filosofía*. México, Siglo XXI.

-----, (2000) *La investigación científica*, 3a. ed. México D.F, Siglo XXI.

-----, (2002) *La filosofía en crisis*. Madrid-Buenos Aires, GEDISA.

Cassini, Alejandro (2002) Bunge, la lógica inductiva y el grado de confirmación de las teorías. *Revista Latinoamericana de Filosofía* 28: 303-317.

Du Pasquier, L.-Gustave. 1926. *Le calcul des probabilités: Son évolution mathématique et philosophique*. París: Librairie Scientifique J. Hermann.

Fréchet, Maurice. 1955. *Les mathématiques et le concret*. Paris: Presses Universitaires de France.

Kahneman, Daniel, Paul Slovic y Amos Tversky. 1992. *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Cambridge: Cambridge University Press.

DESPUÉS QUE TERMINÓ LA CAMPANA DE ALFABETIZACIÓN*

La brigada de generosos, entusiastas y competentes maestros y estudiantes terminó su campaña de alfabetización en la región de X y regresó a la ciudad. El informe oficial dijo la escueta verdad: casi toda la población había quedado alfabetizada al cabo de pocos meses de intensa labor. La campaña había triunfado.

Pocos años después, el inspector escolar Z visitó la misma región y encontró, para su gran sorpresa y desazón, que la enorme mayoría de las personas que habían sido alfabetizadas habían olvidado sus primeras letras. Era menester contarlas como «analfabetos funcionales», eufemismo que se usa en los EEUU para designar a los analfabetos que han cursado estudios.

¿Qué había ocurrido en la región de X después que terminó la campaña alfabetizadora? Nada, y éste fue precisamente el problema. Al terminar la campaña desapareció el material de lectura. Los flamantes alfabetos no tenían qué leer. Por falta de práctica olvidaron lo que tanto había costado aprender. Moraleja: las primeras letras de nada sirven a menos que sean seguidas por segundas letras. No basta aprender a leer: es pre-

* Texto inédito, elaborado por Mario Bunge para Foundations and Philosophy of Science Unit, McGill University, Montreal [1988].

ciso adquirir el vicio de la lectura. De lo contrario ocurre lo que sucede en un campo que se deja de cultivar: regresa la maleza.

El suceso que acabo de narrar no es imaginario. Ha ocurrido miles de veces en decenas de países. Y seguirá ocurriendo a menos que las campañas de alfabetización dejen de ser esfuerzos aislados.

Una brigada alfabetizadora no termina su tarea una vez que alfabetizó a casi todo el mundo en una región dada. Esta no debiera ser sino la primera etapa de un proceso. La segunda etapa consiste en formar una biblioteca provista de libros, revistas y periódicos para gente de todas las edades.

La biblioteca de una aldea o un distrito puede ser estatal o privada, puede ser obra del esfuerzo de un maestro o de un boticario, de un estudiante o de un aficionado a la lectura, de un empresario o de un organizador sindical. Sólo hacen falta iniciativa y tesón para fundar una biblioteca modesta pero al alcance de la gente.

Se puede formar una biblioteca con un centenar de libros y una subscripción a una revista de interés general. Al comienzo la biblioteca no tiene por qué tener local propio ni bibliotecario remunerado. Puede funcionar en cualquier lugar, incluso un negocio o una casa privada, y durante un par de días por semana, atendida por uno o más voluntarios.

La biblioteca popular ideal tiene, por supuesto, su local propio, donde la gente puede ir no sólo en busca de libros, revistas o periódicos, sino también a conversar, a mirar películas, a escuchar conferencias, y a debatir problemas de interés general. Pero los comienzos de un organismo tal pueden ser modestísimos. Se puede empezar con una colección de libros en el rincón de un aula, de un club, de un sindicato, o de una empresa.

En resumen, para que sea eficaz, o sea, para que difunda el hábito de la lectura, una campaña de alfabetización debe ser suplementada por una campaña por la formación o la puesta al día de bibliotecas populares. ¿Qué mejor causa a la que podrían dedicarse los estudiantes secundarios y universitarios que dicen tener inquietudes sociales?

LA PSICOLOGÍA: ¿CIENCIA DEL SIGLO XXI?*

La ciencia de punta y de moda durante la primera mitad de nuestro siglo fue la física, y hoy es la biología. La física gozó de prestigio general desde Newton, pero cautivó la imaginación popular con las revoluciones relativista y atómica y, sobre todo, al descubrirse la energía nuclear y al proveer las bases científicas de las industrias electrónica e informática. El interés popular por la biología, despertado por la teoría de Darwin, decayó a comienzos de siglo pero se reavivó a comienzos de los '50 con el descubrimiento del código genético, la difusión de la teoría sintética de la evolución, los avances de la medicina y, más recientemente, la biotecnología fundada sobre la biología molecular.

Pero la biología, con ser prestigiosa, no es tan popular como la psicología. Esta lo es tanto que el mundo occidental ha sido llamado "la sociedad psicológica". Desgraciadamente, a diferencia de la física y de la biología, que son ciencias cabales, la psicología es aún una semiciencia y, en algunos sectores, una pseudociencia: una bolsa de dogmas sin relación con la experimentación ni la estadística. Tal vez precisamente por esto, porque no es una ciencia madura

* En *BAP* set/oct. 1988. Año 1, N° 1. pp. 8-9.

de estudio difícil y largo, la psicología es tan popular. Pero esta situación está cambiando en la media docena de países en que prospera la investigación científica en psicología: Alemania Occidental, Canadá, EEUU, Gran Bretaña, Suecia y la URSS.

El gran problema abierto que está abordando la psicología científica es el de la naturaleza de la mente. Este problema tiene, como se ha dicho de la psicología, un largo pasado pero una breve historia. Hasta hace poco fue abordado exclusivamente por teólogos, filósofos y médicos. A mediados del siglo pasado empezó a ser abordado de manera experimental, pero rara vez en relación con la neurociencia. Recién a mediados de nuestro siglo empezó a ser abordado de manera plenamente científica, esto es, de manera experimental teórica e interdisciplinaria, como corresponde tratándose de un problema multifacético. En efecto, actualmente se ocupan del problema la psicobiología, la etología cognitiva y la psicología social, además de dos disciplinas clásicas, la psicofísica y la psicología cognitiva. Algunos de los investigadores que han hecho aportes decisivos al estudio de la mente en el curso del último medio siglo han sido J. Piaget, F.C. Bartlett, L.S. Vygotsky, A.R. Luria, W. Penfield, D.O. Hebb, D. Bindra, W.R. Uttal, L. Weiskrantz, E. Warrington, M. Mishkin, E. Pöppel, J. Dehli, F. Nottebohm, J.L. Gould y P. Marler.

Las ideas más avanzadas acerca de la mente no siempre se hallan en las publicaciones psicológicas: a menudo se las encuentra en las neurocientíficas. Esto no es de extrañar, porque la mayoría de los psicólogos siguen pensando que los procesos mentales pueden estudiarse en sí mismos, independientemente de los órganos en los que ocurren. Casi siempre sin darse cuenta son víctimas del dogma dualista, según el cual lo psíquico y lo físico son totalmente dispares: lo mental sería inmaterial. Esta vieja creencia, que ha mantenido aislada a la psicología durante siglos, proviene de Platón y se contrapone al monismo psicofísico de los grandes de la medicina antigua, Hipócrates y Galeno, quienes sostenían que el cerebro es el órgano de la mente, y

que todos los trastornos mentales son trastornos cerebrales. Esta vieja idea es, precisamente, el núcleo de la biopsicología y, en particular, de la psicología fisiológica contemporánea.

El primer libro que exploró y expuso en detalle esta idea fue *The Organization of Behavior* (1949), del célebre psicólogo canadiense, de quien tuve el honor de ser colega durante muchos años: Donald O. Hebb, colaborador de Penfield y maestro de Brenda y Peter Milner, Dalbir Bindra, Ronald Melzack, James Olds, y muchos otros. Hebb reinventó una hipótesis formulada a fines del siglo pasado por los neurofisiólogos italianos Tanzi y Lugaro, y recogida por el gran español Ramón y Cajal. Esta es la hipótesis según la cual las conexiones entre algunas neuronas no son rígidas e innatas, sino plásticas y modificables por la experiencia. El aprendizaje de una tarea consistiría en el refuerzo de tales conexiones, y el olvido en su debilitamiento. El refuerzo podría ser anatómico o químico. En el primer caso consistiría en el crecimiento de dendritas o el brote de botones sinápticos. En el segundo caso podría consistir en el aumento de la concentración de los neurotransmisores que efectúan los contactos entre las sinapsis.

En el momento de ser formulada, esta hipótesis era especulativa: explicaba un montón de fenómenos mentales pero no había el menor indicio experimental en su favor. Pero, como ocurre a menudo en ciencia, la hipótesis fue aceptada por muchos por armonizar con el grueso del conocimiento. Y al ser aceptada provisoriamente guió la búsqueda de hechos, los que fueron finalmente encontrados. En efecto, durante la década del 70 numerosos neurofisiólogos encontraron, en cultivos de tejido nervioso, que hay conexiones sinápticas que cambian de manera permanente bajo el influjo de descargas eléctricas y de ciertos compuestos químicos. Recientemente se ha comprobado el mismo fenómeno en el cerebro de animales vivos durante procesos de aprendizaje. La moraleja metodológica es obvia: no eludas las hipótesis; pero ponlas a la prueba de los hechos.

Uno de los resultados más notables que demuestran la plasticidad de algunas regiones del cerebro y confir-

man la hipótesis de Tanzi-Lugaro-Hebb, fue obtenida por Fernando Nottebohm, neurofisiólogo de origen argentino quien trabaja en la Rockefeller University de New York. En su artículo ya clásico de 1981, aparecido en *Science* con el título "Un cerebro para todas las estaciones", Nottebohm informó sobre sus estudios de los cambios estacionales en el canto del canario. Los canarios machos cambian la frecuencia del canto con las estaciones, esto es, con las épocas de apareamiento y cría. Más aún, cambian de repertorio de año en año. Los minúsculos núcleos cerebrales de control de canto sufren cambios anatómicos notables al cambiar las concentraciones de hormonas y el repertorio. En efecto, el volumen de los mismos se duplica entre el otoño (actividad cantora mínima) y la primavera (actividad máxima). Este resultado no sólo confirma la hipótesis de que la actividad mental es cerebral, y más aún conforme con la hipótesis de Tanzi-Lugaro-Hebb. También confirma la hipótesis de que el sistema nervioso central está íntimamente unido al endócrino.

Otro experimento que confirma que el aprendizaje consiste en la reorganización de sistemas neuronales es el publicado este año en *Nature* por el investigador norteamericano R.G.M. Morris y colaboradores. El ácido AP5 bloquea ciertos receptores en la membrana neuronal, que responden al neurotransmisor glutamato. En efecto, de este bloqueo sobre las ratas es que éstas no pueden aprender ciertas tareas, tal como la de nadar hacia una plataforma, salvándose así de ahogarse. Los infortunados animales siguen siendo capaces de aprender indicios visuales pero pierden la capacidad de orientarse. El efecto del AP5 es, pues, tan específico como el de las sales de litio sobre los psicóticos. Moraleja metodológica: para conocer los fenómenos mentales hay que estudiar, entre otras cosas, la química del cerebro.

La psicología se está tornando, pues, cada vez más biológica. Pero tratándose de seres humanos y otros animales gregarios también ha de tener en cuenta el medio social. Los monos y perros privados de contacto con sus congéneres no

saben siquiera copular. Los niños que crecen encerrados no aprenden a hablar. Los niños pobres perciben las monedas de tamaño mayor que los ricos. Los campesinos analfabetos razonan de manera muy diferente de los campesinos que han pasado por la escuela: la mentalidad primitiva no es un invento de sirvientes del imperialismo. Ya en la década del 30 los psicólogos soviéticos Vygotsky y Luria investigaron el razonamiento de analfabetos del Asia Central, encontrando que agrupan los objetos de manera muy distinta de cómo los agrupamos nosotros. Tampoco se animan a saltar a conclusiones: son conceptualmente muy cautos y no generalizan ni deducen.

La psicología está cesando rápidamente de ser una disciplina independiente. Está siendo absorbida por la biología (en particular, la neurociencia) y las ciencias sociales (en particular, la sociología). Gracias a esto está empezando a explicar lo que antes se contentaba con describir. También ha empezado a tratar con algún éxito algunos trastornos mentales. Por ejemplo las fobias con terapia de la conducta, y las psicosis con ciertas drogas neurolépticas. El ritmo del progreso de la psicología, o sea, su conversión en una ciencia cabal, es tan acelerado, que acaso se convierta en la ciencia de punta y de mayor prestigio en el siglo XXI. Para entonces el curanderismo psicológico, que aún prospera en las tribus primitivas y en los países latinos, será motivo de curiosidad de los antropólogos.

UTOPIÁS LITERARIAS Y UTOPIÁS POLÍTICAS*

1. Ante todo, observemos que la expresión 'ciencia ficción' es una traducción incorrecta del original *science fiction*. Una traducción correcta es *ficción científica*. Paralelos: 'ficción histórica' y 'ficción política'.

2. En segundo lugar, es preciso reconocer que la enorme mayoría de las novelas llamadas de ficción científica no son tales: son novelas de *ficción técnica*, ya que están centradas en invento tales como naves espaciales, ciudades submarinas, y Franksteins.

3. Las novelas de ficción técnica pueden clasificarse de distintas maneras. Dos clasificaciones particularmente interesantes son las siguientes. Primera: división en verosímiles e inverosímiles. Segunda: división en ficciones en materia de ingeniería, de biotécnica, y de sociotécnica.

4. Las novelas de ficción inverosímil son las que hacen uso de especulaciones incompatibles con la ciencia actual, tales como la telepatía y el transporte a velocidades superiores a la de la luz. Las novelas de ficción verosímil respetan, o a lo sumo extrapolan racionalmente, lo que se conoce.

* Texto inédito, elaborado por Mario Bunge para Foundations and Philosophy of Science Unit, McGill University, Montreal [1988].

5. Un tipo de novela particularmente inverosímil es aquella en que la figura central es un objeto físico, tal como una nube, o un artefacto, tal como una computadora, o un animal invertebrado tal como un insecto o un pulpo, o un reptil gigante, dotado de un cerebro superinteligente. Esto es ficción no científica porque sólo los cerebros de los vertebrados superiores son plásticos.

6. Las novelas de ficción social, o utopías, fueron numerosas y muy populares durante el siglo que siguió al descubrimiento de América. Todas ellas respondían a la necesidad de reformar la sociedad europea. Algunas de ellas dieron luz al socialismo utópico del siglo XIX. Los socialistas utópicos diseñaban sociedades ideales, sin desigualdades ni conflictos, pero, con la excepción de Robert Owen, no se ocuparon de construirlas. Por ser muy especulativas, y por no apoyarse sobre movimientos populares, estas utopías fueron atacadas y ridiculizadas por Marx y Engels en el *Manifiesto Comunista*.

7. El ataque del marxismo al socialismo utópico tuvo dos consecuencias, una positiva y la otra negativa. La positiva fue el persuadir a muchos simpatizantes del socialismo que no había que contentarse con soñar un mundo mejor, sino que había que construirlo, para lo cual había que empezar por asociarse en sindicatos y partidos políticos.

8. La consecuencia negativa del antiutopismo fue que cortó la imaginación sociológica de los propios marxistas, quienes se limitaron a criticar el capitalismo y dedicaron una fracción ínfima de su talento al diseño de la nueva sociedad. El resultado fue que, cuando los bolcheviques se apoderaron del poder en Rusia, no tenían un plan de construcción de la nueva sociedad; al no tenerlo, se encarnizaron en perseguir a sus enemigos, y meros distantes, más que en pensar y construir la nueva sociedad.

9. El primero en reaccionar fue Lenin, quien propuso la famosa fórmula "El socialismo es igual al poder de los soviets (consejos populares) más la electrificación". Desgraciadamente, para ese entonces los soviets, una institución rusa tradicional, ya habían sido copados por el partido, de

modo que habían dejado de ser democráticos. Además, Lenin, al igual que Marx, desdeñaba dos aspectos importantes de cualquier sistema económico: uno era la administración de empresas, otro el comercio. Creían que el talento y la técnica administrativos podían ser reemplazados por el entusiasmo revolucionario, y que el comercio era parasitario, por no agregar valor a las mercancías.

10. Los resultados concretos de estos errores teóricos están a la vista: meros militantes entusiastas fueron puestos al frente de organizaciones económicas, y más adelante fueron reemplazados por ingenieros; en ningún caso se entendió que la administración de empresas es una sociotécnica que requiere una formación profesional tan exigente como la ingeniería. Otro resultado desastroso fue que el comercio funciona mal en los países socialistas: las mercancías y los servicios de distribuyen mal, lo que causa largas colas de espera, lo que a su vez causa la pérdida de millones de horas de trabajo. Y todo esto debido a una teoría falsa del valor, según la cual el valor de una mercancía está determinado exclusivamente por el trabajo invertido en producirla, sin incluir el trabajo invertido en llevarla a los estantes del comercio y en hacerla conocer.

11. Es una pena que no florezca la utopía social en momentos en que la humanidad está al borde del abismo debido a la ignorancia y codicia de un puñado de gobernantes que se caracterizan, precisamente, por su carencia de imaginación social.

12. Creo que el diseño de sociedades futuras es posible y necesario, ya que el futuro es demasiado frágil e importante para dejarlo en manos de políticos ignorantes y negociantes de armas. Seméjante diseño social, o ingeniería social, puede fundarse hoy sobre conocimientos científicos acerca de la sociedad, de que no se disponía hace un tiempo. La utopía social habrá de parecerse a la literaria en que no respeta las fronteras de la realidad actual. Pero, a diferencia de la utopía literaria, la social deberá ser realizable, factible, y debiera inspirarse en ideales de libertad, igualdad y fraternidad si ha de concitar el entusiasmo popular y si ha de contribuir a la

supervivencia de la especie humana, comúnmente llamada *homo sapiens*, aunque a menudo merezca denominarse *homo stultus*.

ÍNDICE ONOMÁSTICO

A

Adams, M. 292
Alhazén 251
Allende, Jorge 162
Ampere, Andre-Marie 159
Antonio, San 21
Aristóteles 15, 89, 152,
248, 254
Arquímedes 215
Asimov, Isaac 260
Aspect, Alain 253

B

Bachelard, Gaston 226
Bacon, Francis 74
Barbour, Iang 229
Bartlett, Frederic 338
Beck, Guido 16, 126

Bell, Daniel 29, 237
Bell, John S. 246, 252
Berkeley, George 179, 245,
249, 257
Bernard, Claude 92, 304
Bindra, Dalbir 339
Bohm, David 246, 251
Bohr, Niels 255, 313, 326
Bolívar, Simón 279
Boltzmann, Ludwing 92
Born, Max 244
Broglie, Louis-Victor 222,
241, 242, 246, 251, 257, 316
Buchanan, James 265, 266
Buda 297
Bunge, Mario 15, 20, 79,
157, 165, 225, 259, 263,
269, 343, 335

C

Carnap, Rudolf 177, 329
 Cassini, Alejandro 329,
 330, 332
 Cereijido, Marcelino 39
 Cervantes, Miguel de 48
 Comte, Auguste 91
 Crick, Francis 97, 159

D

D'Alembert, Jean Le Rond
 238, 239
 Darwin, Charles 203, 215,
 234, 276, 337
 Delius, Juan 338
 Demócrito de Abderra 254
 Descartes, René 89, 149,
 204
 Dewey, Jhon 56
 Diderot, Denis 239
 Diesel, Rudolf 72
 Dirac, Paul 241
 Dolan, Raymond 294
 Du Pasquier, Nathalie 330
 Duhem, Pierre 92, 255
 Durant, John 131
 Durkheim, Emile 33

E

Eddington, Arthur 15, 215
 Edipo 293
 Edison, Thomas 73

Eichmann, Adolf 112

Einstein, Albert 15, 94,
 215, 216, 217, 218, 219,
 221, 222, 223, 224, 240,
 245, 246, 251, 253, 254,
 257, 305, 314, 317, 322,
 323, 324, 326, 332
 Ellul, Jacques 27
 Engels, Federico 15, 56,
 57, 344
 Epicuro 253, 297
 Espagnat, Bernard de 253,
 255, 324
 Euclides 215

F

Faraday, Michel 240, 159
 Février, Janvier 329
 Feyerabend, Paul 18, 149,
 316
 Finetti, Bruno de 329, 332
 Fourier, Charles 238, 239
 Fraden, S. 292
 Franco, Francisco 127
 Frank, Willard 320
 Fréchet, Maurice 330
 Frege, Gottob 317
 Freud, Sigmund 15, 293,
 301
 Friedman, Milton 309

G

Galilei, Galileo 18
Gardner, Martin 260, 291
Gauss, Carl 331
Geiger, Hans 252
Good, Richard 329
Gould, James 338
Gutenberg, Johannes 143

H

Hartmann, Eduard van 293
Hayek, Friedrich von 263
Hebb, Donald O. 226, 338, 339, 340
Hegel, Georg Wilhelm 297
Heidegger, Martin 27, 93, 148, 289
Heisenberg, Werner 222, 237, 241, 242, 244, 246, 247, 255, 319
Henry, Joseph 159
Heráclito 93
Hertz, Heinrich 159
Hessburgh, R. P. Theodore 169
Hilbert, David 332
Hipócrates de Delos 297, 338
Hirschman, Albert 36
Hobbes, Thomas 56
Houssay, Bernardo A.

127, 128, 137

Hume, David 227, 254, 257, 260, 296
Huxley, Thomas Henry 276
Huygens, Christiaan 304

J

Jeffreys, Harold 329, 332
Jordan, Pascual 222
Juan Pablo II, beato 231, 232, 233, 234, 235

K

Kahneman, Daniel 332
Kant, Immanuel 15, 254
Keller, S. L. 292
Kennedy, John F. 265
Kenneth Galbraith, John 264
Kepler, Johannes 159
Keynes, John Maynard 263, 264, 266
Kierkegaard, Søren 320
Kornberg, Arthur 127

L

Lacan, Jacques 301
Lavoisier, Antoine 56, 304
Leloir, Luis F. 127, 137
Lemaître, Georges (abate) 232

Lenin, Vladimir 92, 166,
344, 345
Lewis, Sir Arthur 36
Lincoln, Abraham 265
Lindley, Jose R. 329
López-Rega, José 285
Lorentz, Conrad 254
Lucrecio Caro, Tito 239
Lugaro, Ernesto 339, 340
Luria, Alexander 338, 341
Luther King, Martín 265
Lysenko, Trophim 307

M

Macchiavelli, Niccolo 166
Mach, Ernst 91, 92, 179,
257, 305
Marconi, Guglielmo 159
Margenau, Henry 322
Marler, Peter 338
Martínez de Perón, María
Estela (Isabelita) 285
Marx, Karl 15, 56, 127,
265, 266, 344, 345, 349
Mauss, Marcel 33
Maxwell, James Clerk
159, 316, 330
McMullin, Ernan 234
Melzack, Ronald 339
Merton, Robert K. 231,
239, 289
Miller, Jon D. 131

Millikan, Robert 240
Milner, Brenda 339
Milner, Peter 339
Milstein, César 127
Mishkin, Mortimer 338
Morris, J. S. 294, 311
Morris, Richard 340
Myrdal, Alva 263
Myrdal, Gunnar 263, 264,
265, 266, 267

N

Neumann, John von 222,
252
Newton, Isaac 215, 330,
337
Nottebohm, Fernando
338, 340

O

Ochoa, Severo 338, 340
Öhman, A. 294
Olds, James 339
Oppenheimer, Robert 97,
218
Ostwald, Wilhelm 92
Owen, Robert 344

P

Palme, Olaf 264
Pauli, Wolfrang Ernst
222, 252

Peano, Giuseppe 182
 Pearson, Karl 331
 Peña Auerbach, Luis de la
 246, 247, 252
 Perón, Juan Domingo
 128, 130, 285
 Perrin, Jean 305
 Pfeiffer, Heinrich 130
 Piaget, Jean 17, 226, 227,
 228, 229, 230, 338
 Pío XII 231, 233
 Pitágoras de Samos 238,
 239
 Pivot, Bernard 29
 Planck, Max 222, 238,
 240, 243, 257, 314
 Podolsky, Boris 219, 322,
 326, 328
 Poincaré, Henry 330
 Poisson, Simeon 330
 Pöppel, Ernst 338
 Popper, Karl 16, 177, 287,
 297, 330, 332, 350
 Prebisch, Raúl 36, 264,
 Priestley, Joseph 56

R

Ramón y Cajal, Santiago
 127, 339
 Reagan, Ronald 29, 166
 Requena, Jaime 277
 Roosevelt, Franklin D. 217

Rorty, Richard 149
 Rosen, Nathan 219, 244,
 313, 322, 326
 Rosenfeld, León 244, 313
 Russell, Bertrand 15, 175,
 176, 177, 178, 179, 180, 181,
 182, 183, 224
 Rutherford, Ernest Lord
 97, 159
 Rydberg, Johannes 243

S

Sarmiento, Domingo F. 151
 Savage, Leonard 329
 Scheele, Carl Wilhelm 56
 Schelling, Thomas C. 304
 Schrödinger, Erwin 237,
 241, 248, 249, 254, 316, 330
 Sen, Amartya 267
 Smoluchowski, Marian
 330
 Sócrates 293
 Solana, Javier 151
 Stalin, Joseph 168, 307
 Szilard, Leo 217

T

Tanzi, Eugenio 339, 340
 Teilhard de Chardin, Pie-
 rre 233
 Teller, Edward 97

Thomson, Joseph 159
 Tolomeo, Claudio 254
 Tomás de Aquino, Santo 351
 Touraine, Alain 29
 Truman, Harry 217
 Turing, Alan 94

U

Unamuno, Miguel de 126, 132
 Uttal, William 338

V

Vico, Giambattista 56
 Victoria (reina) 34
 Vinci, Leonardo da 26
 Virchow, Rudolf 304
 Voltaire 260
 Vucetich, Héctor 256
 Vygotsky, Lev 338, 341

W

Wahba, Muhrad 147
 Warrington, James 338
 Watson, James 97, 159
 Weber, Max 266
 Weiskrantz, Lawrence 338
 Weisskopf, Victor 324
 Wheeler, John Archibald 313
 Wigner, Eugene 255
 Wittgenstein, Ludwig 176
 Wright, Georg Henrick von 332

Z

Zenón de Elea 237, 250, 251, 326

Este libro se terminó de imprimir
en los talleres gráficos de
PUNTO Y GRAFÍA S.A.C.
Av. Del Río 113 Pueblo Libre / Telf.: 332-2328
Lima - Perú

Otras publicaciones del Fondo Editorial

Garcilaso Inca de la Vega. Primer criollo

Luis Alberto Sánchez

*Metodología de la investigación en ciencia y tecnología.
Gutenberg en internet*

Lucas Lavado

Vigencia de la filosofía

Mario Bunge

¿Qué es filosofar científicamente? y otros ensayos

Mario Bunge

Hacia la tercera mitad

Hugo Neira

*Últimas noticias del periodismo peruano.
Lecciones y perspectivas*

César Lévano

*El proceso de la investigación científica
Un caso y glosarios*

Luis Piscoya Hermoza

El proceso de la ciencia.

1. *La ciencia*

Miguel Ángel Rodríguez Rivas

El proceso de la ciencia.

2. *El método*

Miguel Ángel Rodríguez Rivas

Crisis de los paradigmas en el siglo XXI

Jesús Mosterín

Contiene:

- El impacto social de la innovación técnica
- Tecnología, Ciencia y Filosofía
- Status epistemológico de la administración
- El sistema Técnica-Ciencia-Filosofía
- Por una Tecnoética
- La opinión pública y el desarrollo científico y técnico en una sociedad democrática
- No hay desarrollo sin ciencia
- Política y moral
- El estilo de Russell
- Reducción e integración, sistemas y niveles, monismo y dualismo
- Albert Einstein, el célebre desconocido
- Los filósofos deben contribuir a continuar la obra de Jean Piaget
- Religión y ciencia según Juan Pablo II
- Veinticinco siglos de teoría cuántica: de Pitágoras a nosotros y del Subjetivismo al Realismo
- Racionalismo y empirismo, escepticismo y científicismo: ¿alternativas o complementos?
- Gunnar Myrdal [1898-1987], teórico y constructor del Estado Benefactor
- Los múltiples determinantes de la conducta y de la moral
- Respuesta de Mario Bunge:
- Antes de decidir cómo armar nuestras fuerzas armadas debieramos decidir para qué las queremos
- Investigación y Simulación
- La Filosofía tras la Seudociencia
- Correspondencia, Analogía, Complementariedad, Superposición y Realismo
- La Lógica Inductiva es inútil. Respuesta a Alejandro Cassini
- Después que terminó la campaña de alfabetización

ISBN: 978-612-4050-51-0



9 786124 050510